



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tiina Inki ja Miikka Koskela

INTERAKTIIVISEN 360-VIRTUAALIKIERROKSEN TOTEUTTAMINEN

Liiketalous ja matkailu
2012

TIIVISTELMÄ

Tekijät	Tiina Inki ja Miikka Koskela
Opinnäytetyön nimi	Interaktiivisen 360-virtuaalikierroksen toteuttaminen
Vuosi	2012
Kieli	suomi
Sivumäärä	88
Ohjaaja	Päivi Sampola

Interaktiivinen 360-panoraamaesitys on useista kuvista koostuva virtuaalinen esitys, joka kattaa 360 astetta. Useita panoraamaesityksiä linkittämällä voidaan luoda virtuaalikierroksia, joita käytetään havainnollistamaan kokonaisuudessaan eri tiloja ja tapahtumia, esimerkiksi museoita ja festivaaleja.

Opinnäytetyössämme selvitimme, miten toteutetaan näyttävä interaktiivinen 360 asteen panoraamaesitys ja esityksistä koostuva virtuaalikierros, mitä työvaiheita prosessi sisältää sekä miten ohjeistetaan aiheesta kiinnostuneita opiskelijoita. Teimme Vaasan ammattikorkeakoulun Tietojenkäsittelyn osaston toimeksiantona projektiopiskelijoille kattavan ohjeistuksen 360-virtuaalikierroksen toteuttamisesta. Sen tarkoitus on opastaa opiskelijoita vaihe vaiheelta prosessin alusta loppuun, perustoteutuksesta hienosäätöihin.

Opinnäytetyöraportissamme perehdymme panoraaman historiaan ja kehittymiseen, minkä jälkeen käymme läpi 360-virtuaalikierroksen toteuttamisen vaiheet eri lähdeaineistoja ja omia kokemuksia hyödyntämällä. Kyseiseen prosessiin on olemassa monia toteutustapoja, mutta tässä työssä keskitymme vain yhteen, jossa käytetään mielestämme kätevimpiä ja monipuolisimpia ohjelmia sekä kuvausvälineitä.

Sekä toimeksiantona tehtyä ohjeistusta että opinnäytetyöraporttia voidaan hyödyntää Vaasan ammattikorkeakoulun panoraama-projekteissa. Sisällöt ovat kattavia ja informatiivisia kaikkine kuvineen ja teksteineen, joten niitä voi käyttää myös itsenäisesti, ilman opettajan avustusta.

ABSTRACT

Authors	Tiina Inki and Miikka Koskela
Title	Creating an Interactive 360 Virtual Tour
Year	2012
Language	Finnish
Pages	88
Name of Supervisor	Päivi Sampola

An interactive 360 panoramic presentation is a virtual environment that is constructed from multiple images and which covers 360 degrees. By linking multiple presentations together it is possible to create virtual tours that are used to showcase different spaces and events in their entirety. Good examples using this application are museums and festivals.

In this thesis the aim was to study how to create a high-quality interactive 360 panoramic presentation and a virtual tour consisting of the presentations, what stages are included in the process and how to instruct students who are interested in the subject. Comprehensive instructions about creating a 360 virtual tour for project students as a commission from ICT Unit of Vaasa University of Applied Sciences were created. The aim of instructions is to guide students step by step through the whole process, from the basics to the fine adjustments.

The thesis examines the history and development of panorama and the steps at making a 360 panorama presentation into a virtual tour by using source material and our own experiences. The process in question can be carried out in many different ways, but in this work the focus was on the one which we think employs the most useful and versatile programs as well as the use of photographic equipment.

Both the instructions and the thesis can be used in panorama projects that Vaasa University of Applied Sciences creates. The contents are comprehensive and informative with all the images and texts so they can also be used independently without any supervision of a teacher.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO

KÄSITELUETTELO

1	JOHDANTO	16
2	PANORAAMAKUVAN KEHITTYMINEN	18
3	360-PANORAAMAKUVAUKSEN VÄLINEET	22
3.1	Järjestelmäkamera ja Fisheye-objektiivi.....	23
3.2	Kolmijalka ja panoraamapää.....	25
3.3	Kaukolaukaisin	28
4	KUVAUSASETUKSET JA -TEKNIikka.....	30
4.1	Valkotasapaino.....	30
4.2	F-arvo eli aukko	32
4.3	Suljinaika	34
4.4	ISO-arvo.....	35
4.5	HDR - High Dynamic Range	36
4.6	Tallennusmuoto.....	38
4.7	Asettelut ja tarkistukset kuvauspaikalla.....	38
4.8	Kuvaaminen	41
5	KUVISTA PANORAAMAKSI	45
5.1	Kuvien yhdistäminen	46
5.2	Panoraaman hienosäädöt.....	48
5.3	Panoraaman luominen.....	50
5.4	Kuvankäsittely	52
5.4.1	PSD-kuvan tasomuokkaus	53
5.4.2	TIFF-kuvan käsittely.....	54
6	360-PANORAAMAESITYS JA VIRTUAALIKIERROS	56
6.1	Pyöristäminen pallopanoraamaksi	57
6.2	Paikkauskohdat	57
6.3	Näkyvyysasetukset.....	60
6.4	Flash-esityksen luominen.....	62

6.5	Esityksen skin	65
6.5.1	Skin Editor ja skinin sisältö	66
6.5.2	Kuvakkeiden asetukset ja ohjelmointi	69
6.6	Virtuaalikierroksen luominen	74
6.6.1	Hot Spots	74
6.6.2	Kartan siirtymälinkit	79
6.7	Julkaisu	81
7	OHJEISTUS OPISKELIJOILLE	82
8	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	84
	LÄHTEET.....	87

KUVALUETTELO

Kuva 1.	Paul Philippoteauxin The Battle of Gettysburg 1863 -maalaus cyclorama-näyttelyssä Pennsylvaniassa, USA:ssa	s. 18
Kuva 2.	Joseph-Philibert Girault de Prangey: Rome 1842	s. 19
Kuva 3.	Rantamaisema 180 asteen panoraamakuvana	s. 19
Kuva 4.	Ote 360 asteen panoraamakuvasta ”Vaasan ammattikorkeakoulun Wolffintien yksikön aula”	s. 20
Kuva 5.	360-panoraamakuvauksen kuvanottotekniikka	s. 21
Kuva 6.	Järjestelmäkamera panoraamapäineen kolmijalassa	s. 22
Kuva 7.	Canon EOS 50D -järjestelmäkameran runko	s. 24
Kuva 8.	Sigma 8mm EX DG Circular Fisheye -objektiivi	s. 24
Kuva 9.	Fisheye-linssi vääristää kuvan kaarevaksi	s. 25
Kuva 10.	Manfrotto Neotec -kolmijalka ja lähikuvassa kolmijalan kuulapää	s. 26
Kuva 11.	Nodal Ninja 3 MK II -panoraamapää	s. 26
Kuva 12.	Nodal Ninja 3 MK II -panoraamapään astelukukiekko ja keltainen vatupassi	s. 27
Kuva 13.	Järjestelmäkameran kiinnitys panoraamapähän ja panoraamapään liittäminen kolmijalan kuulapähän	s. 27
Kuva 14.	Panoraamapäätä kameroineen voidaan liikutella kuula- pään nivelvivun avulla	s. 28

Kuva 15.	Yongnuo Digital -kaukolaukaisin ja sen vastaanotin	s. 29
Kuva 16.	Canon EOS 50D asetettuna manuaaliasetuksille (M)	s. 30
Kuva 17.	Valkotasapainosäädöt tehdään Canon EOS 50D:n rungon päällä olevasta WB-napista	s. 31
Kuva 18.	Canon EOS 50D:n valotustoiminnot selitettynä	s. 31
Kuva 19.	F-arvoa voidaan säätää Canon EOS 50D:n näytön oikealla puolella olevalla rullalla	s. 32
Kuva 20.	Kamera muuttaa objektiivin aukon kokoa F-arvon mukaan	s. 33
Kuva 21.	Suuren ja pienen aukon ero kuvissa	s. 33
Kuva 22.	Suljinaika näkyy Canon EOS 50D:n näytöllä F-arvon vasemmalla puolella	s. 34
Kuva 23.	Valotusmittariin ilmestynvä viiva kertoo, kuinka kirkas kuva on	s. 35
Kuva 24.	ISO-arvon kasvaessa kuvasta tulee rakeisempi	s. 36
Kuva 25.	HDR-tekniikalla otetaan kolme kuvaa eri valotusarvoilla	s. 37
Kuva 26.	Kuvien yhdistäminen on epäonnistunut, kuvaus- tilanteessa tapahtuneen kolmijalan kallistumisen vuoksi	s. 39
Kuva 27.	Fisheye-objektiivin kultaisen viivan on oltava suurin piirtein keskellä panoraamaapään kiekkoa	s. 40
Kuva 28.	Jos objektiivin kultainen viiva ei ole paikallaan kameran kääntyessä, kohteet liikkuvat taustaansa nähden	s. 40
Kuva 29.	Manuaalitarkennuksessa objektiivissa oleva säädin on asetettava M-asentoon	s. 42

Kuva 30.	Yongnuo Digital -kaukolaukaisimen vastaanotin kiinnitettynä Canon EOS 50D -kameraan	s. 42
Kuva 31.	Havainnollistava piirros panoraamakuvauksesta neljällä ja kuudella kuvalla	s. 43
Kuva 32.	Numeroidut ja nimetyt kansiot ”Technobothnia -konelabra” -kansiossa	s. 45
Kuva 33.	Koulussa käytössä on PTGui Pro Version 9.0.3	s. 46
Kuva 34.	HDR-tekniikalla otetut kuvat ladattuna PTGui Pro -ohjelmassa	s. 47
Kuva 35.	RAW-kuvat yhdistettynä yhdeksi kuvaksi esikatselutilassa PTGui Pro:ssa	s. 48
Kuva 36.	Optimizer-välilehti PTGui Pro:ssa	s. 49
Kuva 37.	PTGui Pro:n Optimizer ilmoittaa lopputuloksesta tehostuksen jälkeen	s.49
Kuva 38.	Create Panorama -välilehti ja PSD-asetuksien määrittely PTGui Pro:ssa	s. 50
Kuva 39.	PTGui Pro työstää lopullista panoraamakuvaa HDR-kuvista	s. 52
Kuva 40.	PSD-muotoinen panoraamakuva tasoiheen Photoshop CS6:ssa	s. 54
Kuva 41.	Väritasapainoasetuksien määrittely -ikkuna Adobe Photoshop CS6:ssa	s. 55
Kuva 42.	Koulussa käytetään Pano2VR:n 2.3.4 -versiota	s. 56

Kuva 43.	Select Input -painikkeen alta haetaan tietty TIFF-kuva Pano2VR-ohjelmaan	s. 57
Kuva 44.	Paikkauskohtien määrittämistä Pano2VR:ssä	s. 58
Kuva 45.	Alaosan musta aukko on korjattu Content-Awarella Photoshop CS6:ssa	s. 59
Kuva 46.	”Päsit” allekkain ikkunassa Pano2VR-ohjelmassa	s. 60
Kuva 47.	Panoraamaesityksen näkyvyyden määrittely Pano2VR:ssä	s. 61
Kuva 48.	Output-kenttä Pano2VR:ssä	s. 63
Kuva 49.	Pano2VR:n Flash Output -ikkunassa määritetään SWF-tiedoston eri asetuksia	s. 63
Kuva 50.	SWF-muotoinen panoraamaesitys omassa ikkunassaan	s. 65
Kuva 51.	”Technobothnia-skini” Skin Editor -ikkunassa, Pano2VR:ssä	s. 66
Kuva 52.	”Technobothnia-skinin” toimintopainikkeet Skin Editorissa. Oikealla ”Koko näyttö” -kuvapainike	s. 67
Kuva 53.	Panoraamaesityksen ”Technobothnia-skini”, joka sisältää logon ja toimintopainikkeet	s. 68
Kuva 54.	”Technobothnia-skinin” pohjakarttakuva	s. 68
Kuva 55.	Pano2VR:n Skin Editoriin tuodut kuvakkeet näkyvät oikeassa reunassa, Tree-kentässä	s. 69
Kuva 56.	Button Properties -ikkunan Settings-välilehti Pano2VR:n Skin Editorissa	s. 70

Kuva 57.	Button Properties -ikkunan Actions/Modifiers-välilehti Pano2VR:n Skin Editorissa	s. 71
Kuva 58.	Pano2VR:n Skin Editorissa Map-tekstikuvakkeeseen ohjelmoidaan toiminto, jolla pohjakartta-kuva tuodaan esityksessä näkyviin	s. 72
Kuva 59.	Pano2VR:n SkinEditorin Actions/Modifiers-välilehdelle saa lisättyä monia toimintorivejä	s. 73
Kuva 60.	Pano2VR:n perusnäkömön vasen puoli	s. 75
Kuva 61.	Point Hotspots -välilehti Pano2VR:ssä	s. 75
Kuva 62.	Tähtäin-kuvio on aktiivisena Point Hotspots-välilehdellä Pano2VR:ssä	s. 76
Kuva 63.	Pano2VR:n tavanomainen siirtymäsymboli sekä otsikkoteksti panoraamaesityksessä	s. 77
Kuva 64.	Oman ”Hot Spotin” luominen Pano2VR:n Skin Editorissa	s. 78
Kuva 65.	Technobothnia-esityksissä siirtymäpisteiden symbolina on punainen nuolipainike	s. 78
Kuva 66.	Lopulliset SWF-tiedostot omassa kansiossaan	s. 79
Kuva 67.	Erilliset numeropallokuvakkeet on asetettu pohjakarttakuvan päälle Skin Editorissa, Pano2VR:ssä	s. 80
Kuva 68.	Pallon siirtymälinkin määrittely Skin Editorissa, Pano2VR:ssä	s. 80
Kuva 69.	Flash-tiedoston koko näkyy Pano2VR:n Output-kentässä	s. 81

Kuva 70. Vaasan ammattikorkeakoulun logo koulun graafisessa ohjeistuksessa s. 82

KÄSITELUETTELO

360-panoraama	Pallomainen, interaktiivinen panoraamakuva, jota voi ”zoomailla” ja pyörittää haluamansa mukaan
Alivalottunut kuva	Kuva, jossa on mustaksi tummuneita alueita
Aukko	Objektiivin takana oleva, valoa kennolle päästävä reikä, jonka kokoa voidaan muuttaa
AWB	Automatic White Balance eli automaattivalkotasapaino; kamera yrittää itse määritellä valkoisten alueiden värikorjauksen laukaisinta painettaessa
Cyclorama	Lieriömäinen panoraamaesitys, joka ympäröi katsojan kokonaan
Clone Stamp Tool	Photoshop-kuvankäsittelyohjelman työkalu, joka kopioi valitulta alueelta tekstuuria pensseliin ja peittää virheellisiä kohtia kuvassa
Content-Aware	Photoshop-kuvankäsittelyohjelman työkalu, joka generoi algoritmien avulla valittuun alueeseen täytettä tutkimalla ympäristön kuvioita
Control Points	PTGui-ohjelmassa panoraamakuvien yhdistämisessä käytettäviä pisteitä, joiden perusteella kuvat yhdistetään toisiinsa
Dynaaminen alue	Suurin kirkkaimman ja tummimman alueen ero, minkä kamera voi nähdä
EV-arvo	Exposure Value eli valon kirkkausarvo, kertoo kuvan valoisuuden
F-arvo	Kameran aukon koko, pienempi numero vastaa suurempaa kokoa ja päinvastoin

Fisheye-objektiivi	Kalansilmäobjektiivi; 180 asteen laajakulmainen, kaareutuvan kuvan luova linssi
Hot Spot	Panoraamaesityksessä oleva siirtymäpiste, josta on linkitys toiseen esitykseen
HDR	High Dynamic Range, laajan dynaamisen alueen kuvaustekniikka, esimerkiksi kolmesta eri valotuksesta luotu kuva
ISO-arvo	Kennon herkkyys valolle, jota voidaan nostaa ja laskea
Kaukolaukaisin	Radiolähetin, jolla kamera voidaan laukaista kauempaa, vaatii toimiakseen myös kameraan kiinnitetävän vastaanottimen
Kenno	Digitaalikameran ”filmi”, joka koostuu valon sähköisiksi signaaleiksi muuttavista pikseleistä
Kolmijalka	Säädettävä jalusta kameralle
Kuulapää	Kolmijalan päähän kiinnitettävä pallonivel, johon kamera ja panoraamakuvauksessa käytettävä panoraamapää asetetaan
Objektiivi	Järjestelmäkameraan sopiva irrotettava linssi
Palvelin	Internetissä oleva tietokone, joka jakaa tai varastoi tietoa
Pano2VR	Virtuaaliesitysten tekoon suunniteltu ohjelma, joka muuntaa panoraamakuvan esimerkiksi Flash (SWF)-tiedostomuotoon.
Panoraamakuva	Kahdesta tai useammasta kuvasta yhdistetty laaja kokonaisuus

Panoraamapää	360-panoraamakuvauksessa käytetty oleellinen väline, johon kamera kiinnitetään
Photoshop	Adoben luoma monipuolinen kuvankäsittelyohjelma
PSD	Photoshop Document, Photoshop-ohjelman oma tiedostomuoto
PTGui	Kuvia panoraamaksi yhdistävä ohjelma
RAW	Järjestelmäkameroissa käytettävä pakkaamaton kuvamuoto
Runko	Järjestelmäkamera ilman objektiivia
Skini	Pano2VR-ohjelmassa luotu panoraamaesityksen ulkoasu, joka sisältää mm. toimintopainikkeita
Suljin	Kameran sisällä, kennon edessä oleva luukku, joka aukeaa laukaisinta painettaessa; mitä pidempään suljin on auki, sitä enemmän valoa pääsee kennolle
Syväterävyys	Kuvan tarkkuus eri kohteiden välillä
SWF	Adoben ShockWave Flash -tiedostomuoto, johon 360-panoraamaesitykset tallennetaan
TIFF	Pakkaamaton kuvamuoto, jota käytetään mm. PTGui-ohjelmassa luoduissa panoraamakuvissa
Valotus	Termi, joka kuvaa valon osumista kamerasen kennoon
Valotusmittari	Järjestelmäkamerassa oleva mittari, joka mittaa kennolle päätyvän valon voimakkuuden
WB	White Balance eli valkotasapaino määrittää, kuinka puhtaalta valkoinen näyttää kamerasen kuvassa

Ylivalottunut kuva

Kuva, jossa on valkoiseksi palaneita alueita

Zoomaus

Kuvan loitontaminen tai lähentäminen

1 JOHDANTO

Opinnäytetyömme tarkoitus on selvittää, miten toteutetaan näyttävä interaktiivinen 360 asteen panoraamaesitys ja useista panoraamaesityksistä koostuva virtuaalikierrros. Kyseisestä aiheesta löytyy hyvin vähän kirjallisuutta, sillä 360-panoraamakuvaus on yleistynyt vasta viime vuosina. Tämän vuoksi halusimme toteuttaa kattavan tietopaketin sekä kuvaamisesta että esityksen luomisesta ja virtuaalikierrroksesta. Saimme Vaasan ammattikorkeakoulun Tietojenkäsittelyn osastolta toimeksiannon tehdä projektio opiskelijoille laaja ohjeistus 360-virtuaalikierroksen toteuttamisesta.

Ohjeistuksen toteuttamistapa rajautuu tiettyihin, koulussa käytettäviin välineisiin ja ohjelmiin, sillä ohjeistus tulee juuri korkeakoulun käyttöön. Omien vertailujemme mukaan kyseiset välineet ja ohjelmat ovat monipuolisimpia ja parhaimpia. Tarkoituksena ohjeistuksessa on esitellä vaihe vaiheelta kaikki tarvittava, aina kuvaamisesta virtuaalikierroksen luomiseen. Se on hyödyllinen apu opiskelijalle projektityöskentelyyn panoraamojen parissa.

Opinnäytetyöraportissamme käymme vaihe vaiheelta läpi 360-virtuaalikierroksen toteutuksen. Ensin esittelemme panoraamakuvien historiaa ja kehitystä, sen jälkeen siirrymme toteutusvaiheisiin, joista ensimmäisenä on välineiden esittely. Raportistamme selviää, miten toteutetaan näyttävä interaktiivinen 360-panoraamaesitys ja esityksistä koostuva virtuaalikierrros, mitä työvaiheita prosessi sisältää sekä miten ohjeistetaan aiheesta kiinnostuneita opiskelijoita.

Opinnäytetyöraportin ja ohjeistuksen teossa on käytetty omien kokemuksiemme tukena Internetistä löytyvää materiaalia sekä valokuvauskirjoja. Osa raportin ja ohjeistuksen kuvista on meidän itse kuvaamia ja piirtämiä, joten me omistamme oikeudet niihin. Eri toteutusvaiheiden esimerkeissä käytetään kevään ja kesän 2012 aikana Vaasan ammattikorkeakoulun opiskelijoiden toimesta toteutettua Technobothnia-panoraamaprojektia. Projektin tarkoituksena oli kuvata Technobothnia-rakennuksen tiloja ja toteuttaa 360 asteen panoraamaesityksiä. Esityksistä tehtiin yhtenäinen virtuaalikierrros, joka julkaistiin Vaasan ammattikorkeakoulun

Internet-sivustolla. Technobothnia-projektin panoraamaesityksiä ja virtuaalikierrosta oli pääosin toteuttamassa Tiina Inki.

Technobothnia on opetusministeriön, Vaasan kaupungin, Vaasan yliopiston, Vaasan ammattikorkeakoulun ja Yrkeshögskolan Novian yhteiskäytössä oleva tutkimuskeskus, jossa muun muassa toteutetaan erilaisia opiskelijaprojekteja. Se tarjoaa myös koulutusta sekä erilaisia tuotekehitys-, tutkimus-, mittaus- ja koestuspalveluja lähialueen yrityksille. (Technobothnia 2009.)

2 PANORAAMAKUVAN KEHITTYMINEN

Panoraamoiksi kutsuttiin alkujaan laajoja öljymaalauksia, joilla esitettiin kaupunkimaisemia, kuuluisia paikkoja ja historiallisia tapahtumia. Öljymaalauksista tehtiin myös valtavia kuvia, jotka ympäröivät katsojan kokonaan. Näitä panoraamakuvia esiteltiin cyclorama-nimisissä rakennuksissa. Esityksissä katsoja laskeutui tai kiipesi näköalatasanteelle, josta hän näki suuren maiseman edessään (Gisinger & Hofinger 2008). Jättimäinen maalaus ympäröi katsojan täysin ja loi illuusion siitä, että hän oli todella kuvan tapahtumissa. Ensimmäinen cyclorama avattiin 1700-luvun loppupuolella (International Panorama Council 2012). Cycloramat saavuttivat suuren suosion 1800-luvulla ja väistyivät hiljalleen vasta elokuvien yleistyttyä 1900-luvun alussa. Muutamia entisöityjä esityksiä voi löytää vielä tänäkin päivänä ympäri maailmaa (kuva 1). (The Washington Post 2007.)



Kuva 1. Paul Philippoteauxin The Battle of Gettysburg 1863 -maalaus cyclorama-näyttelyssä Pennsylvaniassa, USA:ssa (Logan 2010).

Valokuvauksen synnyn alkuvaiheilla cycloramat innostivat valokuvaajia ottamaan tavallisten kuvien lisäksi myös panoraamavalokuvia, jotka esittivät laajoja maisemia, aivan kuten öljymaalaukset. Muun muassa Joseph-Philibert Girault de Prangey otti panoraamakuvan Roomasta jo vuonna 1842 (kuva 2) (Lehtinen &

Saarikorpi 2012, 5). Kyseinen otos on kuvattu tavallisella kameralla ja jälkikäteen rajattu matalaksi sekä leveäksi, jotta se näyttäisi laajalta. Tällä tavalla siitä on tehty panoraamahenkilinen. Innokkaimmat valokuvaajat rakensivat itse panoraamakuvaan tarkoitettuja kameroita, joilla he pystyivät ikuistamaan vieläkin laajempia näkymiä (Baker 2010). Osa loi laajoja panoraamoja yksinkertaisesti liimamalla yksittäisiä valokuvia yhteen.



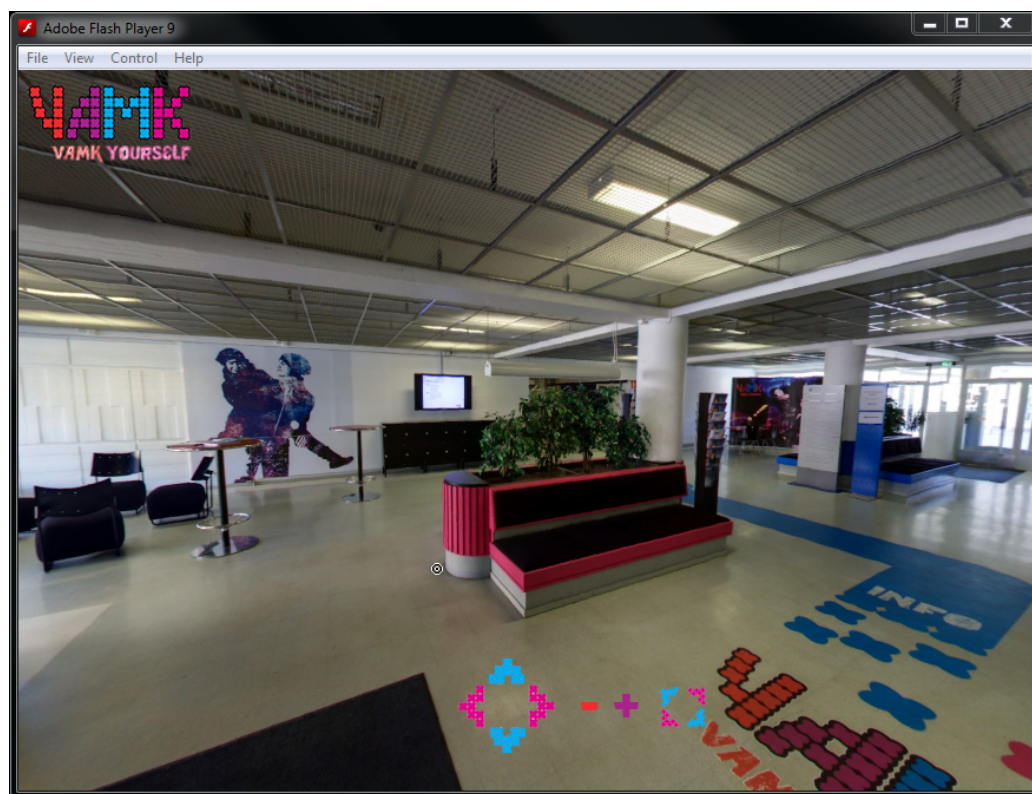
Kuva 2. Joseph-Philibert Girault de Prangey: Rome 1842. (Christie's 2012)

Vielä nykyäänkin, digiaikana, käytetään samaa tekniikkaa kuin ennen; yhdistäminen vain tapahtuu tietokoneella erilaisia ohjelmia käyttäen. Tietokone on mahdollistanut saumattoman lopputuloksen (kuva 3), mikä tekee panoraamakuvasta siistimmän ja tarkemman näköisen. Ohjelmien kehittyessä panoraamoista pystytään tekemään nykyään vielä näyttävämpiä ja laajempia.



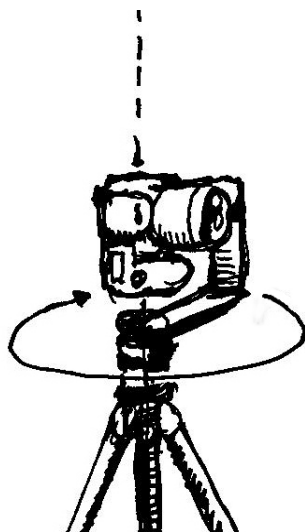
Kuva 3. Rantamaisema 180 asteen panoraamakuvana. (Vainio 2012)

Kauan aikaa panoraamavalokuva miellettiin ainoastaan laajaksi ja matalaksi, 160–180 asteen maisemakuvaksi (kuva 3). Nykyään on kuitenkin mahdollista toteuttaa myös interaktiivisia 360 asteen panoraamakuvia, niin sanottuja pallopanoraamoja, joita pystyy tarkastelemaan tietokoneella (kuva 4) tai jollakin muulla laitteella, kuten älypuhelimella. (Lehtinen ym. 2012, 8–9.)



Kuva 4. Ote 360 asteen panoraamakuvasta ”Vaasan ammattikorkeakoulun Wolf-fintien yksikön aula” (Inki 2012).

360-panoraamalla tarkoitetaan pallomaista kuvaa, joka kattaa kaiken, myös lattian ja katon, tai ulkokuviissa maan ja taivaan. Sitä pystyy ohjailemaan joka suuntaan täysin oman tahdon mukaan, ja se kietoutuu kokonaan katsojan ympärille, ikään kuin itse seisoisi keskellä kohdetta. Cycloramat pääsivät aikoinaan lähelle tätä pallopanoraaman tunnelmaa.



Kuva 5. 360-panoraamakuvauksen kuvanottotekniikka (Koskela 2012).

Ideana 360-panoraamakuvauksessa on, että kuvia otetaan laajakulmalinssillä vähintään neljästä eri suunnasta, kiertämällä jalustaan ja erilliseen panoraamapäähän asetettua kameraa keskiakselin ympäri (kuva 5). Kaikki otetut kuvat yhdistetään tietokoneella, minkä jälkeen yhtenäisestä tuotoksesta luodaan interaktiivinen Flash-tiedosto. 360-panoraamaesitys antaa katsojalle paljon enemmän tilan tuntua kuin tavallinen valokuva, siksi tätä esitystyyliä hyödynnetäänkin kaikenlaisten tilojen esittelyssä.

Useita 360-panoraamaesityksiä yhdistämällä voidaan luoda virtuaalikierros, jossa katsoja pystyy siirtymään paikasta toiseen vaivattomasti. Yksi kierros koostuu kahdesta tai useammasta, toisiinsa linkitetystä panoraamaesityksestä. Katsoja voi vapaasti siirtyä kuvasta toiseen oman mielensä mukaan, klikkaamalla kuviin tai karttaan asetettuja painikkeita. Navigoinnin kannalta helpoin ja selkein ratkaisu on erillinen kartta, joka voidaan lisätä jokaiseen esitykseen viimeisessä työvaiheessa.

3 360-PANORAAMAKUVAUKSEN VÄLINEET

Tärkeimmät välineet 360 asteen panoraamakuvauksessa ovat järjestelmäkamera, Fisheye-objektiivi, panoraamapää, kolmijalka ja kaukolaukaisin. Fisheye-objektiivilla varustettu kamera kiinnitetään erikoisvalmisteiseen panoraamapäähän, joka puolestaan asetetaan kolmijalkaan (kuva 6). Panoraamapäässä on 360 astetta kattava akseli, jonka ympäri kameraa pyöritetään. Kuvia otetaan tiettyjen astelukujen, esimerkiksi 90 tai 60 asteen välein, jolloin kuvia tulee joko neljästä tai kuudesta suunnasta.



Kuva 6. Järjestelmäkamera panoraamapäineen kolmijalassa (Koskela 2012).

Kuvauksissa on tärkeää, että jokainen väline on oikein asetettu eikä mikään osa ole vinossa. Panoraamapäässä ja kolmijalassa oleva vatupassi helpottaa asettamaan kameran suoraan linjaan, jolloin kuvista tulee onnistuneita. 360-panoraamakuvaukseen tarkoitettuja välineitä on olemassa erilaisia, mutta tässä työssä esittelemme vain käyttämiämme, Vaasan ammattikorkeakoulun kuvausvälineitä.

3.1 Järjestelmäkamera ja Fisheye-objektiivi

Järjestelmäkamera on rakennettu sen periaatteen mukaan, että kuvaaja itse säätää kameran toimintoja juuri sen verran kuin haluaa. Järjestelmäkamerassa on myös automaattiasetukset, mutta tiettyihin kuvaustilanteisiin ne eivät sovellu. Automaattikka laskee erikseen jokaisen kuvan valotuksen, valon värin sekä tarkennuskohdat, ja jos esimerkiksi valotus muuttuu tummemmaksi tai kirkkaammaksi kuva-alueella, kamera yrittää itse korjata tilannetta (Flyktman 2011, 32, 60; Lehtinen ym. 2012, 128). Tämä tekniikka ei sovi panoraamakuvaukseen, sillä kuvien yhdistämisen jälkeen lopputulos näyttäisi epäsiistiltä ja epäaidolta jokaisen kuvan ollessa kirkkaudeltaan ja tarkennuskohdiltaan erilainen. Siksi on tärkeää ottaa jokainen kuva samoilla manuaaliasetuksilla, jotka määritetään ennen kuvauksien alkua.

Järjestelmäkameralle ominaista on myös se, että kameran linssi eli objektiivi voidaan vaihtaa. Muissa kameratyypeissä linssi on kiinteä osa runkoa, eikä käyttäjä täten pysty vaikuttamaan siihen mitenkään. Järjestelmäkameran objektiivia vaihtamalla kuvaaja voi muuttaa kameran ominaisuuksia käyttötärpeidensä mukaisiksi. 360-panoraamakuvia varten tarvitaan 180 astetta leveään näkökenttään kykenevä linssi, jota sanotaan Fisheye-objektiiviksi.

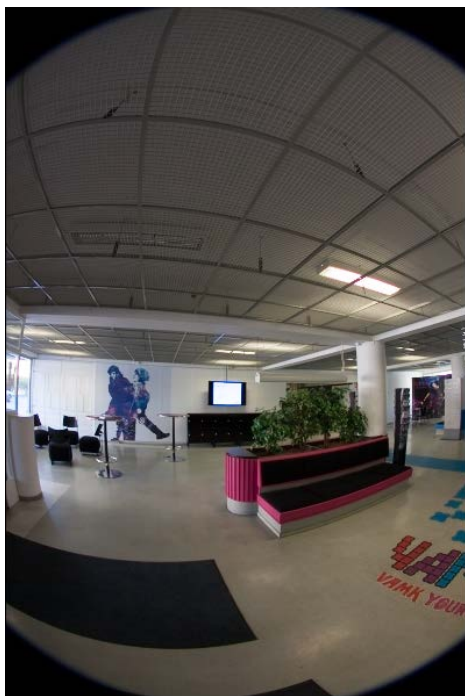
Kuvauksissa käyttämämme järjestelmäkameran runko on merkiltään Canon ja malliltaan EOS 50D (kuva 7), joka kuuluu vuoden 2008 puoliammattilaissarjaan. EOS 50D:ssä on tarkka 920 000 pikselin näyttö, josta näkee hyvin otettujen kuvien laadun. Pikseleitä kamerassa on 15 miljoonaa ja valoherkkyys- eli ISO-alue on 100–12800, josta käytettäväksi suositellaan kuitenkin vain alle 1600, kuvan tarkkuuden menettämisen takia. (Canon 2012.)



Kuva 7. Canon EOS 50D -järjestelmäkameran runko ilman objektiivia (Koskela 2012).



Kuva 8. Sigma 8mm EX DG Circular Fisheye -objektiivi (Koskela 2012).



Kuva 9. Fisheye-linssi vääristää kuvan kaarevaksi (Inki 2012).

Canon EOS 50D:ssä Fisheye-objektiivina toimii Sigma 8mm EX DG Circular Fisheye (kuva 8). Se on suomeksi sanottuna laajakulmainen ”kalansilmä”-linssi, joka näyttää 180 asteen kuvakulman. Näin laaja kulma vääristää kameras ottamat kuvat siten, että niiden reunat kaareutuvat ja kulmakohdat jäävät mustiksi (kuva 9). Ainoastaan tämän tyyppisellä linssillä on mahdollista luoda 360 asteen panoraamoja vaivattomasti. (Sigma Corporation of America 2012.)

3.2 Kolmijalka ja panoraamapää

Kuten kaikissa kuvauksissa, myös 360-panoraamakuvauksessa parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi käytetään tukevaa jalustaa, joka pitää kameras paikoillaan kuvatessa. Sopiva jalusta 360-kuvauksiin on kolmijalka, jossa nimensä mukaisesti on kolme säädettävää jalkaa. Jalat asetetaan eri korkeuksiin ja asentoihin, riippuen mikä tunnelma halutaan kuvaan luoda. Yleensä jalat säädetään noin 150–160 cm pituiseksi, jotta lopulliseen 360-panoraamaesitykseen saadaan tunnelma, että katsoja tarkastelisi kuvaa inhimilliseltä korkeudelta.



Kuva 10. Manfrotto Neotec -kolmijalka ja lähikuvassa kolmijalan kuulapää (Koskela 2012).

Käytössämme oleva kolmijalka on merkiltään Manfrotto Neotec (kuva 10). Tähän kolmijalkaan on liitettyä vielä erillinen kuulapää, joka on myös Manfrotton valmistama (kuva 10). Kuulapää mahdollistaa panoraamapään kiinnittämisen kolmijalkaan ja se toimii myös pallonivelenä, jolla pystyy liikuttamaan koko panoraamapäättä.



Kuva 11. Nodal Ninja 3 MK II -panoraamapää (Koskela 2012).

Kuvauksissamme käytetty panoraamapää on merkiltään Nodal Ninja 3 MK II (kuva 11). Ilman erillistä panoraamapäätä 360 asteen panoraamakuvia ei voida toteuttaa oikein. Pään juuressa oleva astelukukiekko (kuva 12) mahdollistaa kuvien ottamisen tarkasti asteiden osoittamissa suunnissa. Asteluvut ovat merkitty 30 asteen välein, nolasta (0) 360 asteeseen.



Kuva 12. Nodal Ninja 3 MK II -panoraamapään astelukukiekko ja keltainen vatu-passi (Koskela 2012).



Kuva 13. Järjestelmäkameran kiinnitys panoraamapähän ja panoraamapään liittäminen kolmijalan kuulapähän (Koskela 2012).



Kuva 14. Panoraamapäätä kameroineen voidaan liikutella kuulapään nivelvivun avulla (Koskela 2012).

Järjestelmäkamera kiinnitetään panoraamapään, senttimetrien mukaan numeroituun varteen pystysuunnassa (kuvat 13 ja 14), jotta Fisheye-linssi pystyisi kaappaamaan kuvaan myös lattian ja katon. Sopiva kiinnityskohta on noin 8,5 cm. Panoraamapää kameroineen asetetaan kiinni kolmijalan kuulapähän (kuva 13), minkä jälkeen sitä pystyy pyörittämään myötäpäivän suuntaisesti astelukukiekon akselin ympäri. Teline pysäytetään kuvien ottoa varten tietyissä asteissa riippuen siitä, kuinka monella kuvalla 360-panoraama halutaan toteuttaa.

Kuvanottohetkellä koko telineen on oltava täysin suorassa linjassa, jotta otoksista tulisi onnistuneita. Suora linja tarkistetaan panoraamapään keltaisesta vatupassista (kuva 12). Tarpeen mukaan telinettä voi liikutella kolmijalan kuulapään nivelvivun avulla, jotta se saataisiin sopivaan asentoon (kuva 14).

3.3 Kaukolaukaisin

Paremmen lopputuloksen saamiseksi, kuvaamisessa voidaan käyttää erillistä kaukolaukaisinta. Järjestelmäkameraan kiinnitetään vastaanotin, joka laukaisee kamerasen kaukolaukaisimen nappia painettaessa. Näin kuvia pystytään ottamaan kauempaakin eikä kamera heilahda, kun siihen ei kosketa.



Kuva 15. Yongnuo Digital -kaukolaukaisin ja sen vastaanotin (Koskela 2012).

Kuvauksissamme olemme käyttäneet Yongnuo Digital -merkkistä laukaisinta (kuva 15). Sen mukana on myös kameraan kiinnitettävä, samanmerkkinen vastaanotin. Molemmat niistä toimivat paristoilla.

4 KUVAUSASETUKSET JA -TEKNIikka

Panoraamat koostetaan toistensa yli limittyvistä kuvista, joiden on oltava väreiltään ja kirkkaudeltaan identtisiä saumattoman lopputuloksen saamiseksi. Tämän vuoksi kamerassa täytyy olla pysyvät, itse määritellyt *manuaaliasetukset*, jotka eivät muutu eri suuntia kuvatessa. Kameran ollessa M-asetuksilla (kuva 16) kuvaaja säättää itse sopivan valkotasapainon, aukon koon eli F-arvon, suljinajan sekä ISO-arvon. Automaattiasetuksilla kamera asettaisi kaikki säädöt omien arvioidensa mukaan, jolloin jokaisesta kuvasta tulisi erilainen.



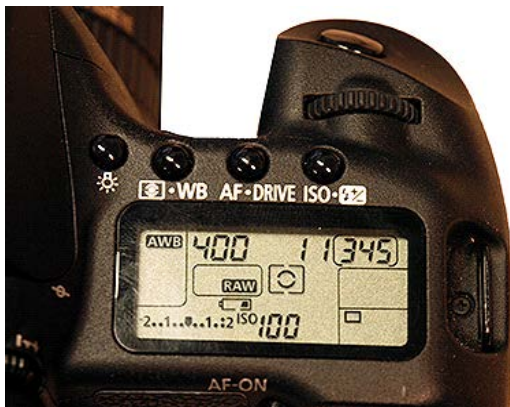
Kuva 16. Canon EOS 50D asetettuna manuaaliasetuksille (M) (Koskela 2012).

Manuaaliasetukset on määriteltävä aina kuvauskohteen perusteella. Kohteita on erilaisia: jotkut ovat staattisia tiloja, toisissa taas vilisee ihmisiä. Kuvauksissa täytyy aina ottaa huomioon mahdolliset liikkuvat kohteet ja säättää asetukset juuri oikeiksi, jotta kuvista tulisi tarkkoja. Staattisten tilojen kuvaamisessa voidaan käyttää tavallisen tekniikan ohella myös usean valotuksen HDR-tekniikkaa, joka tekee kuvista vieläkin laadukkaampia.

4.1 Valkotasapaino

Kuvia yhdistäessä panoraamaksi on tärkeää, että kaikki kuvat ovat valkotasapainoltaan identtisiä (Lehtinen ym. 2012, 184). Valkotasapaino säädetään käsin, asettamalla kameraan kiinteä asetus, joka ei vaihdu kuvien välillä. Säädöt tehdään Canon EOS 50D -kamerassa rungon päällä olevasta WB (White Balance) -napista

(kuva 17), josta valkotasapainovaihtoehdot tulevat näkyviin kameran isolle näytölle.



Kuva 17. Valkotasapainosäädöt tehdään Canon EOS 50D:n rungon päällä olevasta WB-napista (Koskela 2012).

Näyttö	Tila
AWB	Auto
	Päivänvalo
	Varjo
	Pilvinen, hämärä, auringonlasku
	Keinovalo
	Valkoinen loisteputki
	Salama
	Oma asetus
	Väriämpötilan

Kuva 18. Canon EOS 50D:n valkotasapainotoiminnot selitettynä (Canon Support 2012).

Canon EOS 50D:ssä on erilaisia, kiinteitä valkotasapainotoimintoja, jotka on merkitty selkeästi käyttötarkoitustensa mukaan (ks. kuva 18). Toimintoja kannattaa aina käyttää suositellusti; esimerkiksi auringonvalossa kuvattaessa on hyvä valita päivänvalo- ja sisätiloissa keinovalo-asetus. AWB-asetus eli automaattinen valkotasapaino vaihtelee kuvan valon väriä oman mielensä mukaan, joten sitä ei voi käyttää panoraamakuvauksessa. Pääasia on siis, että yhden panoraamakuvan

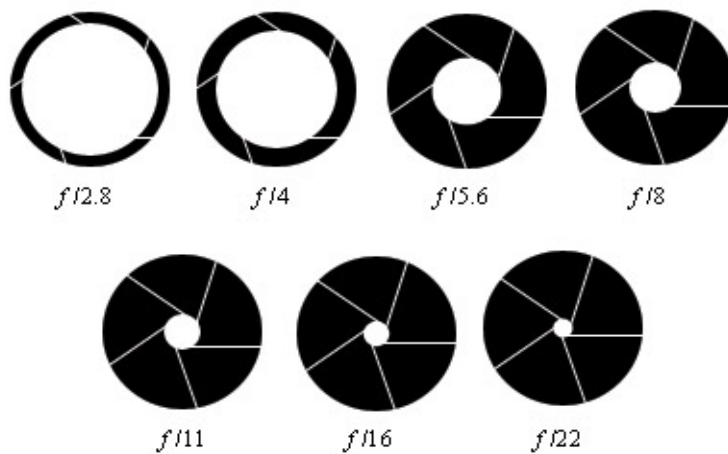
muodostavassa kuvasarjassa käytetään samaa kiinteää valkotasapainoasetusta, jotta panoraamakuvasta tulisi tasainen lopputulos. (Flyktman 2011, 32–34.)

4.2 F-arvo eli aukko

Aukko ilmoitetaan F-arvona kameran näytöllä ja se kuvaa objektiivin takana olevan reiän kokoa. Arvoa voidaan säätää käsin Canon EOS 50D:n näytön oikealla puolella olevalla rullalla (kuva 19), kun valitsin on M-asennossa. Kamera muuttaa reiän kokoa käyttäjän määrittelemällä tavalla, joko pienentäen tai suurentaen aukkoa (kuva 20). Koko vaikuttaa syväterävyyteen ja siihen, miten nopeasti kuva voidaan valottaa. Aukon ollessa suuri, F-luku on pieni ja puolestaan aukon ollessa pieni, F-luku on suuri (ks. kuva 20). Suurella aukolla kameran kennolle pääsee enemmän valoa, mutta terävyys heikkenee huomattavasti, pienellä aukolla käy päinvastoin (kuva 21).



Kuva 19. F-arvoa voidaan säätää Canon EOS 50D:n näytön oikealla puolella olevalla rullalla (Koskela 2012).



Kuva 20. Kamera muuttaa objektiivin aukon kokoa F-arvon mukaan (GeekInspired 2011).



Kuva 21. Suuren ja pienen aukon ero kuvissa (Reflected Spectrum 2009).

Koska panoraamaan halutaan mahdollisimman paljon yksityiskohtia, on laajan syväterävyyden aikaansaaminen aina tärkeää. Aukon koon tulisi olla pieni, F11–F16, jolloin terävyysalue on maksimaalinen. Sisätiloissa voi kuitenkin joutua

käyttämään suurempaa aukkoa ($<F11$), jos valoa ei ole tarpeeksi kuvien valotukseen. (Lehtinen ym. 2012, 12; Flyktman 2011, 55–56.)

4.3 Suljinaika

Suljin- eli valotusajan avulla voidaan nostaa tai laskea kuvan valoisuutta. Lyhentämällä aikaa saadaan kameran kennolle valoa vähän, mutta valotus on nopea. Näin liikkuvista kohteista saadaan tarkkoja kuvia. Pitkällä valotuksella valoa sen sijaan pääsee kennolle paljon, mutta liikkuvat kohteet sumenevat ja kameran tärehdyksen riski kasvaa. Digitaalikameran kenno on pikseleistä koostuva levy, johon osuessaan valo muuttuu sähköisiksi signaaleiksi. Näistä signaaleista muodostetaan valokuva (Flyktman 2011, 17).



Kuva 22. Suljinaika näkyy Canon EOS 50D:n näytöllä F-arvon vasemmalla puolella (Koskela 2012).

Ideaali valotusaika riippuu täysin kuvauskohteesta. Staattisessa tilassa voidaan huoletta kuvata pitkällä valotusajalla, kun taas tilassa, missä on väkeä tai liikettä, valotusajan tulisi olla nopeahko, esimerkiksi $1/60$ sekuntia tai nopeampi. Aika ilmoitetaan aina yhden suhteena (ks. kuva 22), joten suurempi arvo kuvaa nopeampaa aikaa. Esimerkiksi $1/5$ on hidas, kun taas $1/500$ on nopea. Jos mennään alle sekunnin valotukseen, eli $1/1$ tai hitaampaan, valotus ilmoitetaan sekunteina lainausmerkin kanssa, esimerkiksi $1''$, $2''$, $3''$, ja niin edelleen.

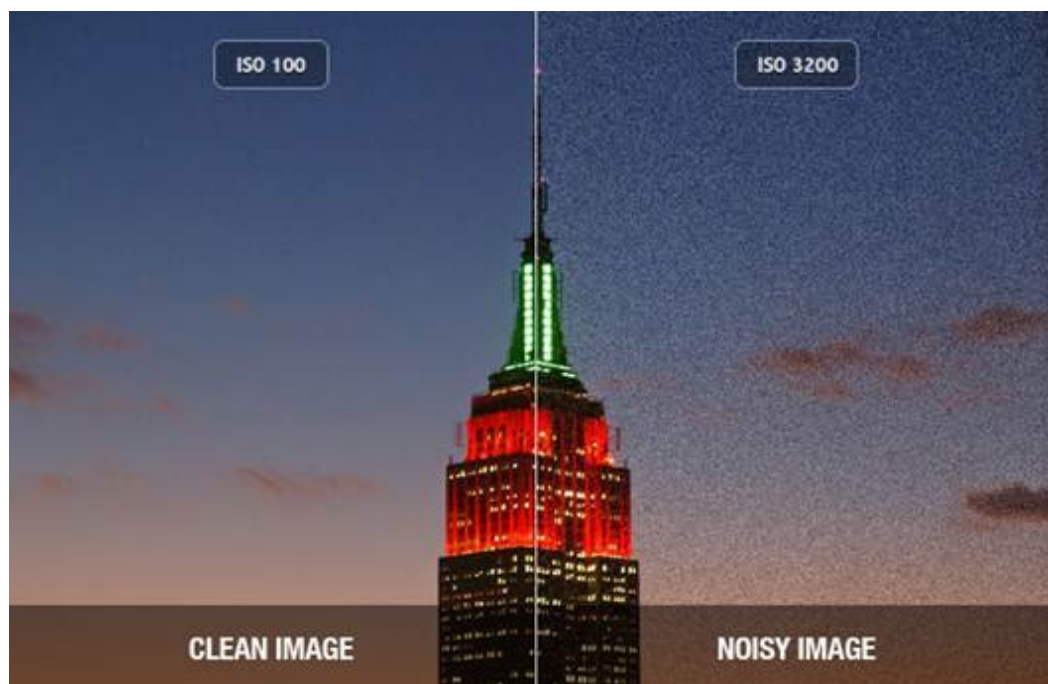


Kuva 23. Valotusmittariin ilmestynvä viiva kertoo, kuinka kirkas kuva on (Koskela 2012).

Suljinaikaa säädetään EOS 50D:ssä laukaisimen vieressä olevasta rullasta. Erityisen valotusmittarin avulla saadaan viitteitä siitä, millainen kirkkaus kuvassa tulee olemaan. Mittari käynnistyy ylä- ja perusnäytölle sekä etsimeen, kun kameran laukaisin painetaan vain puoleen väliin asti. Painalluksen jälkeen mittariin ilmestyy viiva, joka kertoo kuvan kirkkauden tai tummuuden (ks. kuva 23). Numerointi asteikon yläpuolella kuvaa valotuksen voimakkuutta eli EV-arvoa. Oikealle siirtyvä viiva tarkoittaa kirkasta kuvaa (+) ja vasemmalle siirtyvä tummaa (-). Hyvä arvo olisi melko keskellä, nollan ja yhden välissä, jolloin varjoista ei tule liian tummia, eivätkä kirkkaat alueet pala puhki. Joissakin olosuhteissa on hyväksyttävää, että jotkin kohteet eivät vain tule näkymään kuvassa.

4.4 ISO-arvo

ISO-arvolla voidaan kompensoida pitkää valotusaikaa, koska se lisää kennon herkkyyttä valolle. Käytössämme oleva Canon antaa parhaat kuvat ISO-alueelta 100–800, mutta herkkyyttä on mahdollista nostaa jopa lukuun 12 800 asti. Pieni arvo, kuten 100–200 riittää kirkkaassa päivänvalossa, mutta sisälle mentäessä arvoa on usein nostettava alueelle 400–800, riippuen huoneen valoisuudesta. Mitä pimeämpi tila on, sitä suurempi ISO-arvo saa olla.



Kuva 24. ISO-arvon kasvaessa kuvasta tulee rakeisempi (Programming4Us 2012).

Kennon herkkyyden nostolla on myös varjopuolensa, sillä pikselivirheet kasvavat. Näitä virheitä kutsutaan yleisesti kohinaksi, sillä niiden aiheuttama rakeisuus muistuttaa tv-ruudun lumisadetta (ks. kuva 24). Panoraamoissa kohina näkyy ikävästi ja sitä tulisi välttää kaikin mahdollisin keinoin, esimerkiksi suurentamalla aukkoa. ISO-arvon nosto laskee myös dynaamisen alueen kokoa, jolloin varjot tummuvat ja kirkkaat alueet palavat puhki. (Flyktman 2011, 30–31; Freeman 2010, 82–83.)

4.5 HDR - High Dynamic Range

High Dynamic Range eli suomeksi korkea dynaaminen alue mahdollistaa hyvien kuvien oton hankalissa valotustilanteissa. Dynaaminen alue tarkoittaa suurinta kirkkaimman ja tummimman alueen eroa, minkä kamera voi nähdä. Normaalisti kuvattaessa kameran kenno ei välttämättä saa kuvaan kaikkia valotusalueita, koska ne ovat joko ali- tai ylivalottuneet. Nämä kohdat eivät tallenna mitään yksityiskohtia, koska ne ovat pelkästään valkoista tai mustaa. HDR-tekniikalla voidaan ottaa esimerkiksi kolme kuvaa samasta kohdasta eri valotus- eli EV-arvoilla (Ex-

posure Value) (kuva 25). Yksi kuva alivalottuu, toinen on neutraali ja kolmas ylivallottuu. Alivalottunut kuva nappaa kaikki kirkkaiden alueiden yksityiskohdat, mitkä jäävät normaalissa kuvassa pois. Ylivallottunut taas tekee päinvastoin, eli se ottaa kaikki tummien alueiden yksityiskohdat. Tämä kolmen kuvan sarja yhdistetään tietokoneella yhdeksi, laajan dynaamisen alueen omaavaksi kuvaksi, eli HDR-kuvaksi. (Lehtinen ym. 2012, 162; Freeman 2010, 66–67.)



Kuva 25. HDR-tekniikalla otetaan kolme kuvaa eri valotusarvoilla (Second Picture 2008).

HDR-tekniikassa on myös omat rajoitteensa, sillä sen avulla ei voida kuvata liikuvia kohteita. Esimerkiksi ulkona heiluvat puut näyttävät HDR-kuvassa epätarkoilta, sillä oksat ehtivät liikkua kuvien oton välissä. Sama pätee myös henkilöihin ja muihin liikkuviin kohteisiin. Jos kohteet kuvissa eivät täsmää yhdistettäessä, tulee liikkeessä olevasta kohteesta läpikuultavia ”haamuja”. HDR-kuvausta kannattaa käyttää aina staattisia tiloja kuvatessa, jotta saadaan paras mahdollinen laatu panoraamaesitykseen. HDR-laadun huomaa esimerkiksi tilan ikkunoista: tavallisella kuvaustekniikalla otetuissa kuvissa ikkunat usein palavat puhki eli ne näkyvät vain valkoisina osina, mutta HDR:ssä ikkunan ulkomaisemat saadaan näkymään luonnollisesti.

Canon EOS 50D:ssä HDR-toiminto asetetaan päälle kamerasen menupainikkeen kautta. Menuista etsitään AEB (Automatic Exposure Bracketing) ja painetaan Set, minkä jälkeen ruudulle ilmestyvään valotusmittariin asetetaan HDR:n kolme EV-

arvoa, esimerkiksi -1, 0 ja +1. Arvot voivat olla myös -2, 0 ja +2, kuten kuvassa 25 on esimerkkinä.

4.6 Tallennusmuoto

Ennen kuvauksia on hyvä huomioida kuvien käyttötarkoitus, sillä järjestelmäkamera tarjoaa niille eri tallennusmahdollisuuksia. On olemassa pakattuja kuvia (JPG), joiden kokoa on rajattu kuvatarkkuuden kustannuksella, ja pakkaamattomia (RAW), joista ei ole hävitetty mitään ja jotka sopivat erityisen hyvin jälkikäsittelyyn. Panoraamakuvauksessa käytetään ainoastaan RAW-kuvaformaattia, sillä nämä ns. raakakuvat ovat parempilaatuisia ja niitä tullaan käsittelemään myöhemmin. JPG-muotoisten kuvien käyttö panoraamassa näkyisi heti kuvanlaadussa, sillä niistä on jo hävitetty tietoja. JPG-muoto aiheuttaa kuvaan vähäisimmälläkkin pakkausmuodolla virheitä, jotka korostuvat usean työvaiheen jälkeen. (Freeman 2010, 36; Lehtinen ym. 2012, 185.)

Koulun käytössä on 8 gigatavun muistikortti, johon mahtuu noin 350 RAW-kuvaa. Kortin kapasiteetti näkyy EOS 50D:n näytön oikeassa alalaidassa, kun kamerassa on virta päällä. Tavallisessa kuvaamisessa kortin kapasiteetti riittää hyvin, mutta kun otetaan HDR-kuvia, tilanne on toinen. Esimerkiksi kuuden kuvan tekniikalla kyseiselle kortille mahtuu kuvia vain 19 panoraamaesityksen verran, koska yhteen esitykseen kuluu peräti 18 RAW-kuvaa. Muistin tilaa kannattaa aina pitää silmällä, ettei se lopu yllättäen.

4.7 Asettelut ja tarkistukset kuvauspaikalla

Kuvaustilanteessa on järkevää aloittaa sijainnin yleiskatsauksella, sillä kuvaan tulee kaikki ympärillä oleva. Kolmijalan paikkaa voi etsiä kävelemällä ympäri kuvauspaikkaa ja silmäillen ympäristöä. Sopiva paikka on yleensä ihan keskellä tilaa tai aluetta, jotta koko paikan hahmottaa kunnolla. Katse tulisi kiinnittää myös valaistukseen, sillä jos alueella on erittäin tummia varjoja tai kirkkaita valoja, voidaan joutua käyttämään HDR-tekniikkaa (Lehtinen ym. 2012, 162; Freeman 2010, 66–67). Tätä tekniikkaa voi kuitenkin käyttää vain, jos kuvaushetkellä ei ole mitään liikkuvia kohteita.

Kameran paikkaa etsiessä on tärkeää huomioida peilit ja ikkunat. Jalka on hyvä asettaa sivuun kaikenlaisista heijastavista pinnoista, jos vain mahdollista. Peilikuvien poistaminen voi tuottaa paljon turhaa päänvaivaa myöhemmin. Suositeltavaa on myös välttää lattian erikoisia saumakohtia tai reunoja, jotka jäävät suoraan jalan alle, sillä kuvien yhdistämisvaiheessa kyseinen kohta jää ”mustaksi aukoksi” ja se pitää korjata kuvankäsittelyohjelmalla. Tavallinen lattia voidaan korjata suhteellisen helposti, mutta työn määrä kasvaa valtavasti lattian ollessa monimutkainen. Erilaiset kuviot ja varsinkin pienet laatat ovat hankalia korjata. Mikäli erikoisilta kohdilta ei pysty millään välttymään, on suositeltavaa ottaa kuva lattiasta varmuuden vuoksi, ennen kuin jalka asetetaan kyseiseen paikkaan. Näin voidaan helposti paikata lattiaan jäävä aukko ehjällä kuvalla. (Lehtinen ym. 2012, 188.)



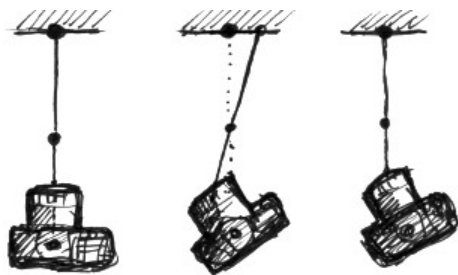
Kuva 26. Kuvien yhdistäminen on epäonnistunut, kuvaustilanteessa tapahtuneen kolmijalan kallistumisen vuoksi (Koskela 2012).

Kolmijalka kannattaa asettaa vakaalle paikalle, sillä esimerkiksi hiekalla tai pehmeällä alustalla se saattaa kallistua haitallisesti, kun panoraamapäätä kameroineen kierretään. Fisheye-linssillä otetuissa kuvissa näkyy aina myös hieman edellisen otoksen kohteita ja, jos kolmijalka on jossain kohdassa kallistunut, kohteet saattavat olla eri kuvissa ihan eri kohdilla. Tämä aiheuttaa usein ongelmia kuvien yhdistämisessä, mikä tarkoittaa, että panoraamasta voi tulla täysin epäonnistunut (ks. kuva 26). Yhdistämisvirheitä pystytään toki vielä korjaamaan myöhemmin, mutta se voi olla todella haastavaa ja aikaa vievää.

Sopivan kuvauspaikan löydyttyä tarkistetaan, että kaikki välineet ovat oikein kiinnitettyinä, oikeissa asennoissa. Järjestelmäkameran on oltava tukevasti kiinni panoraamapäässä ja pään puolestaan kiinni kolmijalan kuulapäässä. Kamera asetetaan panoraamapään senttimetrein numeroituun varteen noin 8,5 cm kohtaan, jotta Fisheye-objektiivissa oleva kultainen viiva osuisi suurin piirtein keskelle kiekkoa (ks. kuva 27). Jos kultainen viiva ei ole oikealla kohdallaan kameran kääntyessä, kohteet liikkuvat taustaansa nähden ja tästä seuraa kuvien yhdistämisvirheitä (ks. kuva 28). Kamera täytyy asettaa myös hieman yläviistoon, jotta katto tai taivas näkyisi kuvassa.



Kuva 27. Fisheye-objektiivin kultaisen viivan on oltava suurin piirtein keskellä panoraamapään kiekkoa (Koskela 2012).



Kuva 28. Jos objektiivin kultainen viiva ei ole paikallaan kameran kääntyessä, kohteet liikkuvat taustaansa nähden (Koskela 2012).

Panoraamapään kameroineen on oltava kuvattaessa täysin suorassa linjassa, jotta kuvista tulisi symmetrisiä ja niistä olisi helppo yhdistää yhtenäinen panoraama. Panoraamapäässä on keltainen vatupassi, jonka avulla koko teline saadaan täysin oikeaan asentoon (ks. kuva 27). Kuulapäässä olevalla nivelvivulla voidaan liikutella siinä kiinni olevaa telinettä, kunnes vatupassin kupla pysyy renkaan sisällä. On erittäin tärkeää, että kupla on keskellä rengasta, sillä muutoin kuvat eivät limity oikein yhdistämisvaiheessa.

4.8 Kuvaaminen

Välineiden asetteluiden jälkeen varmistetaan, että järjestelmäkameran manuaaliasetukset ovat kunnossa. Canoneissa on yleensä Live View -toiminto, jonka avulla pystyy helposti määrittelemään juuri oikeat, kuvauspaikalle sopivat säädöt. Näytöllä näkyvä ”live-kuva” alueesta muuttuu sitä mukaan, kun asetuksia muutetaan. Näin pystytään helposti asettamaan muun muassa hyvät valotusarvot.

Ennen kuvaamista kameraan täytyy vielä määrittää tietty tarkennuskohta. Kuvasalueesta etsitään jokin tärkeä kohde, johon tarkennetaan ja jonka mukaan tarkennus menee koko kuvassa. Kohteen tulisi olla sopivan kaukana, jotta kaikki muutkin osat näkyisivät tarkkoina kuvassa. Esimerkiksi liian lähellä oleva tarkennuskohta saattaa jättää kauempana olevat kohdat liian sumeiksi. Tarkentaminen tapahtuu manuaalisesti asettamalla Fisheye-objektiivissa oleva säädin M-asentoon (ks. kuva 29) ja vääntämällä objektiivin säätörengasta. Tarkennusvaiheessa kamera kannattaa ”zoomata” eli lähentää valittuun kohteeseen, jolloin näytöltä näkee paremmin tarkentumisen säätörengasta väännettäessä.



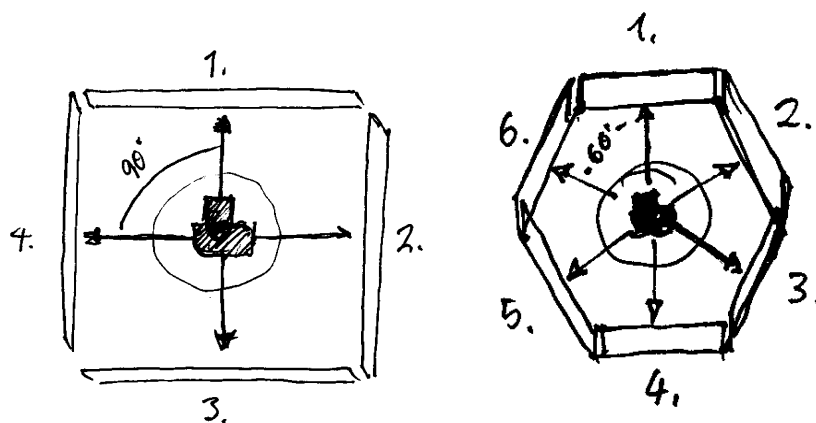
Kuva 29. Manuaalitarkennuksessa objektiivissa oleva säädin on asetettava M-asentoon (Koskela 2012).

Kaukolaukaisimen vastaanotin kiinnitetään kameraan, mikäli kuvat halutaan ottaa kauemmalta etäisyydeltä (ks. kuva 30). Tämä on suositeltavaa joka kuvauskohhteessa, mutta ei kuitenkaan välttämätöntä. Kuvaaminen onnistuu myös tavanomaisesti eli painamalla kameran omaa laukaisinnappia. Tällöin on hyvä asettaa päälle muutaman sekunnin ajastin, jotta kamera ei heilahda painalluksesta juuri kuvanottohetkellä. Laukaisinta painaessa täytyy olla erityisen varovainen, ettei koko kolmijalka välineineen liiku häiritsevästi.



Kuva 30. Yongnuo Digital -kaukolaukaisimen vastaanotin kiinnitettynä Canon EOS 50D -kameraan (Koskela 2012).

Yhden 360 asteen panoraaman valmistamiseen tarvitaan neljä (4) tai kuusi (6) kuvaa. Useammalla kuvalla saadaan tarkempi panoraamakuva, mutta myös neljällä kuvalla ottaminen tuottaa hyvän tuloksen. Neljän kuvan tekniikkaa suositellaan silloin, kun kuvataan paikassa, jossa on paljon liikkuvia kohteita, esimerkiksi messuilla tai festivaaleilla. Ihmiset ehtivät liikkumaan vähemmän paikasta toiseen, kun kuvataan nopeammin. Tämä tarkoittaa sitä, että kuvissa esiintyy vähemmän toistuvia kohteita, jolloin panoraaman toteutuksesta tulee helpompaa. Kaksoisolennoilta on mahdotonta välttyä kokonaan; yleensä niitä esiintyy vähintään yksi, ihmisjoukossa kuvatessa. Ne on poistettava itse kuvankäsittelyllä kuvien yhdistämisvaiheessa.



Kuva 31. Havainnollistava piirros 360-panoraamakuvauksesta neljällä ja kuudella kuvalla (Koskela 2012).

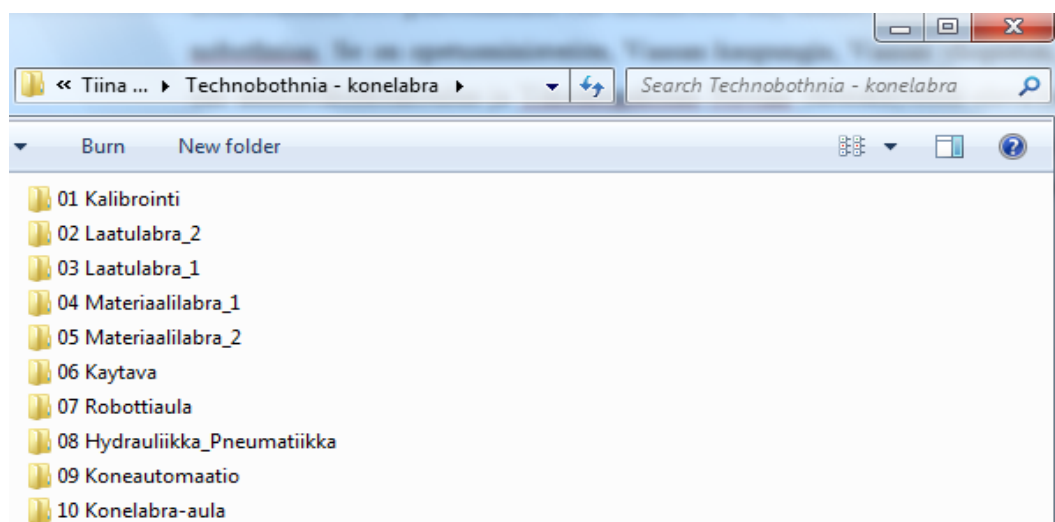
Vähemmän kuvia otettaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota astelukuihin. Yhdenkin kuvan ottaminen väärästä kohdasta voi aiheuttaa yhdistämisvaiheessa reiän panoraamakuvaan. Panoraamapäässä onkin tätä varten erillinen astekiekkö, minkä avulla kuvat tulevat juuri oikeista kohdista. Käytössä olevassa kiekossa on pienet lovet 30 asteen välein. Kuvia voidaan näin ottaa joko neljä tai kuusi pyörittämällä panoraamapäättä myötäpäivän suuntaisesti (ks. kuva 31). Jos halutaan tehdä panoraama kuudella kuvalla, täytyy panoraamapäättä pyörittää 60 asteen välein: 60, 120, 180, 240, 300 ja 360 astetta. Neljän kuvan panoraamaa varten täytyy panoraamapäättä puolestaan pyörittää 90 asteen välein, eli 90, 180, 270 ja 360 astetta.

HDR-tekniikalla kuvaaminen ei eroa suuresti tästä, kuvia vain valotetaan kolme tavallisen yhden sijaan, jolloin niitä tulee 3 x 6 tai 3 x 4.

5 KUVISTA PANORAAMAKSI

Kuvaamisen jälkeen materiaali siirretään tietokoneelle ja sille luodaan uusi kansio kuvien aiheen perusteella. Mikäli tarkoituksena on tehdä monia 360-panoraamoja, voidaan kansion sisälle nimetä vielä lisää kansioita, joihin kaikki tarvittavat kuvat lajitellaan. Lajittelu ja nimeäminen helpottavat kuvien yhdistämistä ja yleistä työskentelyä.

Vaasan ammattikorkeakoulussa panoraamoihin tarvittavat kuvat laitetaan aina koulun tietylle palvelimelle panorama-nimiseen kansioon, jonne sitten tehdään uusi kansio, esimerkiksi ”Technobothnia - konelabra”. Esimerkkikuvassa kyseisen kansion sisälle on nimetty ja numeroitu kansioita Technobothnian Kone- ja tuotantotekniikan alueen (”konelabra”) eri tiloista (ks. kuva 32).



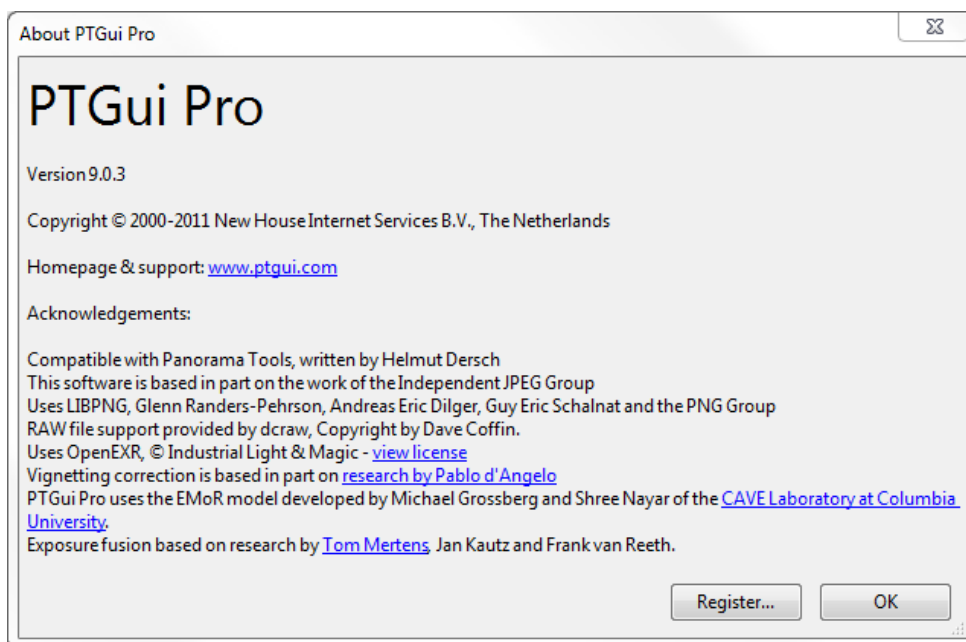
Kuva 32. Numeroidut ja nimetyt kansiot ”Technobothnia - konelabra” -kansiossa.

Esimerkkeinä 360-panoraamaesityksen luomisen eri vaiheissa käytämme kevään ja kesän 2012 aikana Vaasan ammattikorkeakoulun opiskelijoiden toimesta toteutettua Technobothnia-panoraamaprojektia. Projektin tarkoituksena oli kuvata Technobothnia-rakennuksen tiloja ja toteuttaa 360 asteen panoraamaesityksiä. Lopuksi panoraamoista tehtiin yhtenäinen virtuaalikierrros, joka julkaistiin Vaasan ammattikorkeakoulun Internet-sivuilla. Technobothnia-projektin panoraamaesityksiä ja virtuaalikierrrosta oli pääosin toteuttamassa Tiina Inki.

5.1 Kuvien yhdistäminen

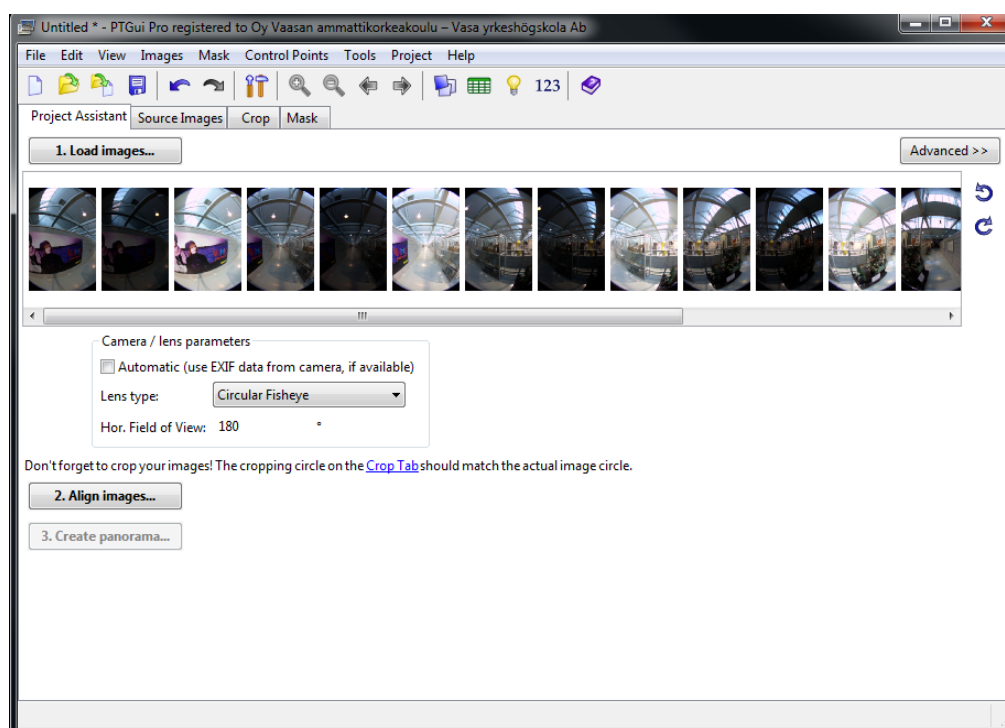
Panoraaman teko aloitetaan RAW-kuvien yhdistämisellä ja Vaasan ammattikorkeakoulussa siihen käytetään *PTGui Pro* -nimistä ohjelmaa. PTGui (Graphical User Interface for Panorama Tools) on New House Internet Services B.V.:n luoma panoraamojen tekoon sopiva kuvien yhdistämisohjelma. Pro-versio on hieman tavallista versiota kehittyneempi, siinä on muun muassa enemmän kuvankäsittelyominaisuuksia. (New House Internet Services B.V. 2012.)

Vaasan ammattikorkeakoulussa PTGui Pro Version 9.0.3 (kuva 33) on asennettu ainoastaan Wolffintien yksikön medialuokan tietokoneisiin. Medialuokka toimii pääasiassa tietojenkäsittelijöiden opiskelutilana, mutta siellä pidetään myös vapaavalintaisia kursseja sekä projekteja muille opiskelijoille.



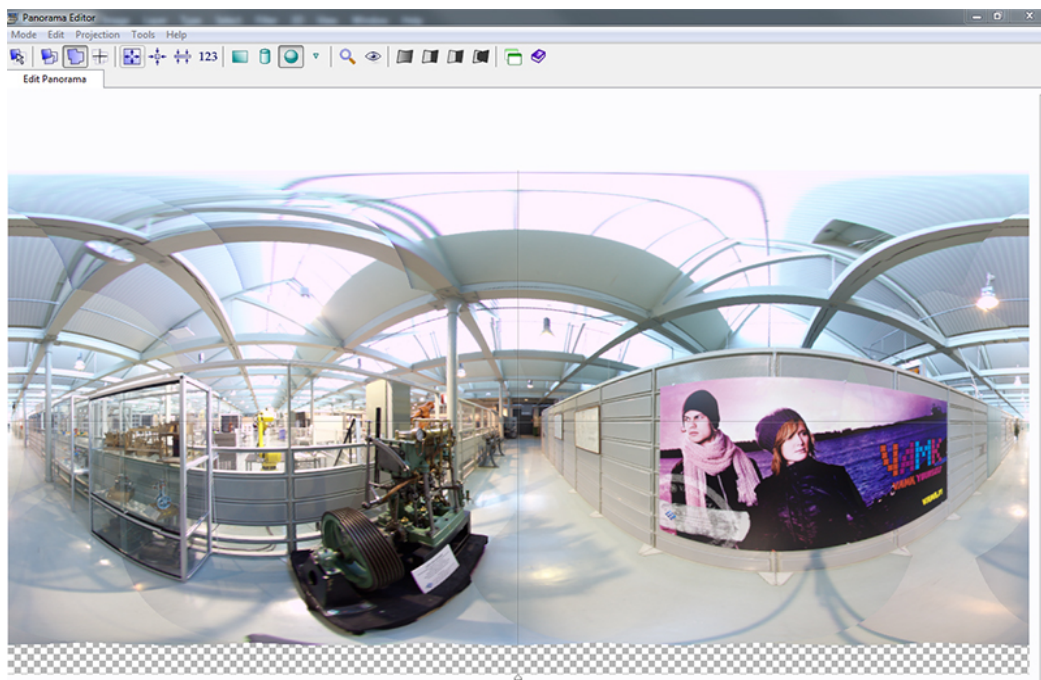
Kuva 33. Koulussa käytössä on PTGui Pro Version 9.0.3.

Ensiksi kaikki panoraamaan tarvittavat kuvat ladataan PTGuille alkunäkymän Load images -painikkeella (ks. kuva 34). Kuvia on 4–18, riippuen siitä, millä kuvaustekniikalla on kuvattu. Yleensä kuvia siis otetaan neljästä (4) tai kuudesta (6) eri kohdasta eli 90 tai 60 asteen välein aina kierroksen ympäri, ja jos ne on kuvattu tavanomaisesti yksi kuva/asteluku, niitä ladataan ohjelmaan 4 tai 6 kappaletta. Mikäli kuvat on otettu HDR-tekniikalla, niitä on aina kolme (3) per asteluku, joten joko 12 (3x4) tai 18 (3x6) kappaletta. Kaikki kuvat ovat yleensä oikeassa järjestyksessä niiden latautuessa PTGuille, mutta tarvittaessa niitä voi vielä siirrellä Source Images -painikkeen alta.



Kuva 34. HDR-tekniikalla otetut kuvat ladattuna PTGui Pro -ohjelmassa.

PTGui alkaa yhdistää ladattuja kuvia, kun Align images -painiketta on klikattu. Yhdistäminen tapahtuu yhdistämispisteiden eli ”Control Pointsien” avulla. Ohjelma etsii automaattisesti kuvista kohtia, jotka pystytään liittämään yhteen ja täten yrittää saada jokaisen kuvan ikään kuin ketjuun kiinni. Yhdistämisen onnistuttua ohjelma näyttää yhtenäisen esikatselukuvan työn tuloksesta (kuva 35). Tässä vaiheessa se on vielä epätarkka, eikä siis ole täysin lopullinen tulos. (Lehtinen ym. 2012, 211.)



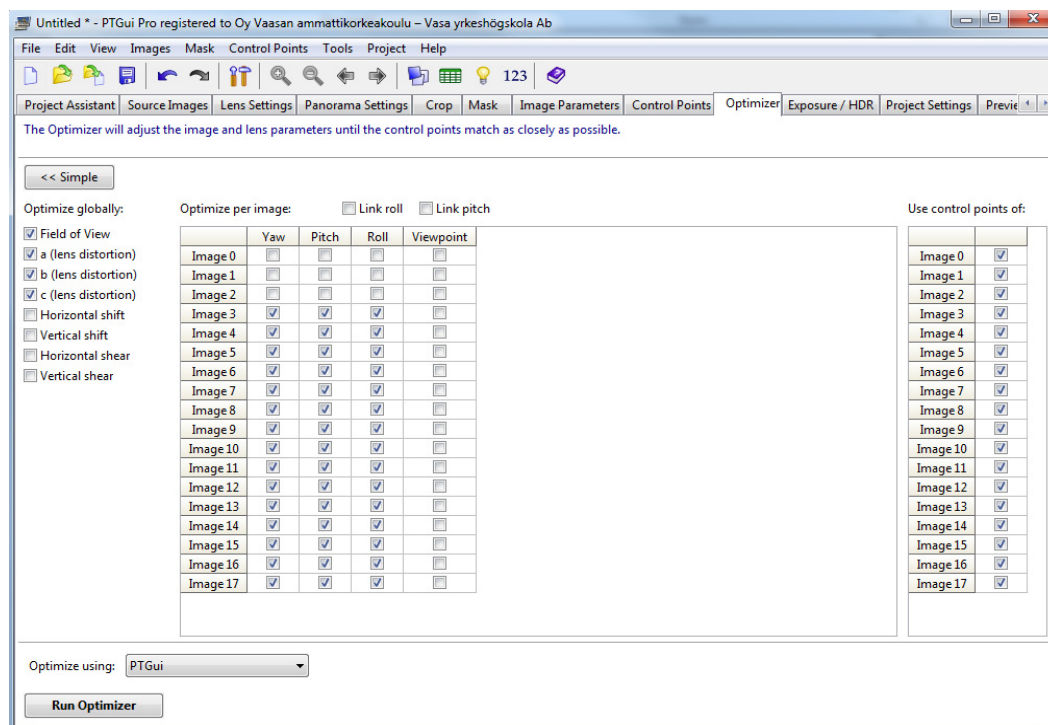
Kuva 35. RAW-kuvat yhdistettynä yhdeksi kuvaksi esikatselutilassa PTGui Pro:ssa.

Joskus ohjelma ei löydä itse kaikkia Control Pointseja esimerkiksi kuvien seka-
vuuden takia, eikä siten osaa yhdistää kuvia oikein tai ollenkaan. Tällöin Control
Pointsit täytyy määritellä itse manuaalisesti. PTGui antaa tarkat ohjeet tähän ja
ilmoittaa, kuinka monta yhdistämispistettä se vielä vaatii. Control Pointseja voi
myös lisätä ilman ohjelman kehotusta parantaakseen panoraaman lopputulosta.
Joskus sääntö ”mitä enemmän, sen parempi” toimii tässäkin tapauksessa. Näitä
yhdistämispisteitä voi lisätä tai poistaa Control Points -välilehdeltä.

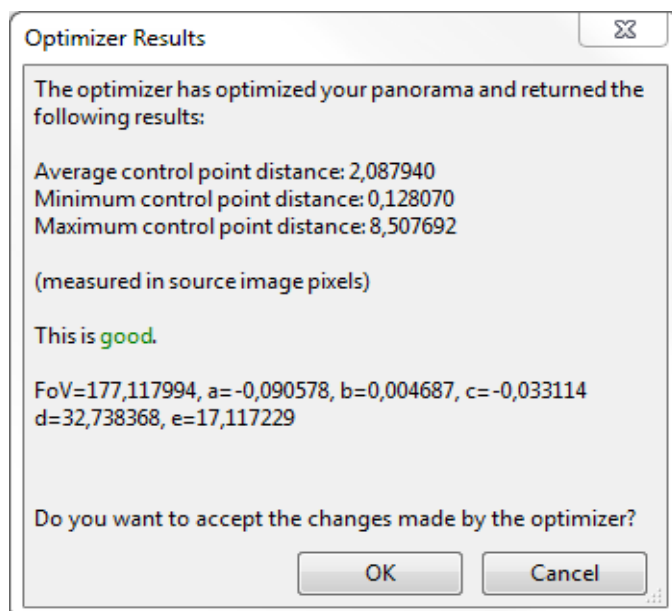
5.2 Panoraaman hienosäädöt

PTGuin esikatselutilasta siirrytään muokkaamaan kuvaa eri tavoilla. Alkunäky-
män (ks. kuva 34) Advanced-painikkeen alta avautuu yläreunaan isompi työkalu-
rivi, josta pääsee tekemään erilaisia parannuksia. Muun muassa Optimizer-
välilehdellä (kuva 36) voi testaila, miten eri tehostusasetukset vaikuttavat loppu-
tulokseen. Joskus ne parantavat kuvaa huomattavasti, joskus taas pahentavat.
PTGui ilmoittaa aina lopputuloksesta, kun on suorittanut optimoinnin Run Opti-

mizer -painikkeesta (ks. kuva 37). Sen jälkeen voi vielä päättää, ottaako tehostasetuksia ollenkaan käyttöön vai jättääkö ne pois.



Kuva 36. Optimizer-välilehti PTGui Pro:ssa.



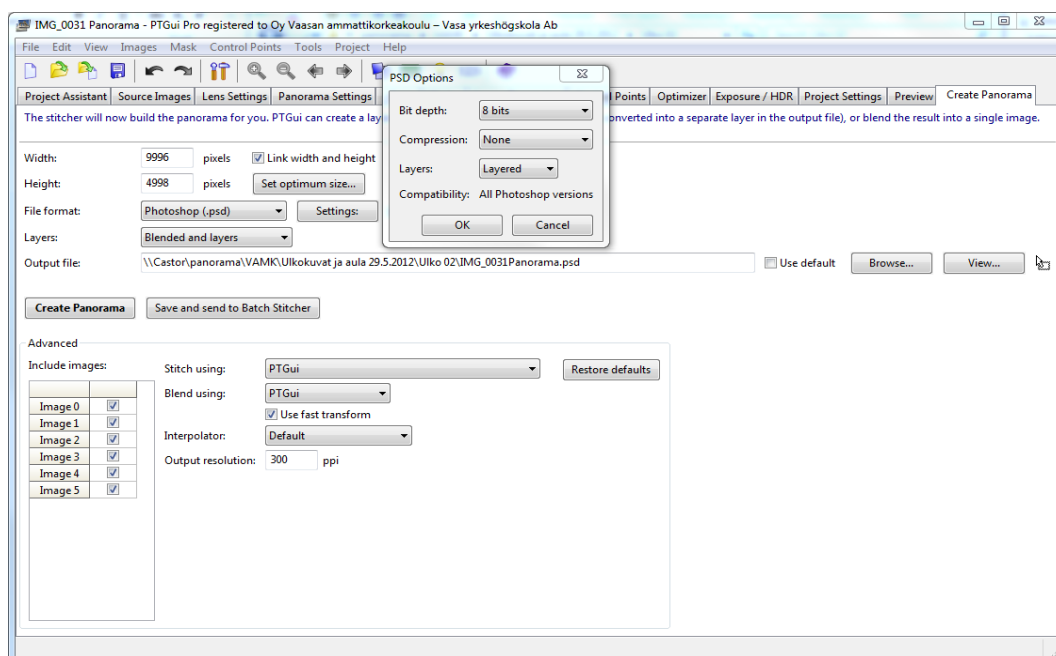
Kuva 37. PTGui Pro:n Optimizer ilmoittaa lopputuloksesta tehostuksen jälkeen.

HDR-tekniikalla otetuille kuville tehdään äskeisten säätöjen lisäksi vielä omat lisäsäädöt Exposure/HDR -välilehdellä. Siellä voi säätää manuaalisesti muun muassa kuvan kirkkautta ja varjokohtia Fusion Settings -painikkeen alta. Näiden säätöjen jälkeen voidaan painaa Optimize now -painiketta, jolloin PTGui korjaa kuvien valotuksesta yhtenäisen ja lisää HDR-vaikutusta lopulliseen kuvaan.

PTGui-työ kannattaa tallentaa aina tiettyjen tapahtumien jälkeen, ettei menetä kaikkea, jos ohjelma jostain syystä kaatuu tai tietokone pamahtaa rikki. On hyvä periaate tallentaa ja säilyttää aina kaikki panoraamatyöskentelyssä käytettävät tiedostot, sillä joskus voi joutua palaamaan tiettyyn tiedostoon muokkaamaan jotakin.

5.3 Panoraaman luominen

Kuvan säätöjen jälkeen siirrytään luomaan lopullista panoraamaa Create Panorama -välilehdelle (kuva 38). Kyseisellä välilehdellä määritetään panoraaman kuvakoko, tiedostoformaatti ja siihen liittyvät asetukset sekä panoraamatuotoksen tiedostonimi ja kohdekansio, jonne se luodaan.



Kuva 38. Create Panorama -välilehti ja PSD-asetuksien määrittely PTGui Pro:ssa.

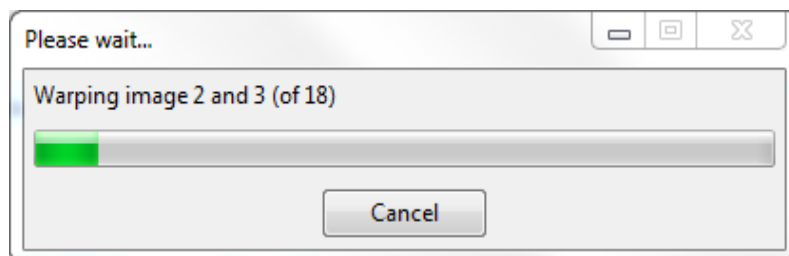
Kuvan korkeus- ja leveysarvot ovat pikselimuodoissa jo valmiina ehdotettuina laatikoissaan. Niitä voi kuitenkin vaihtaa joko kirjoittamalla manuaalisesti jokin luku toiseen laatikoista, jolloin PTGui automaattisesti antaa arvon toiseenkin laatikkoon mittasuhteet säilyttäen, tai valitsemalla Set optimum size -painikkeesta jokin tietyistä kuvako'osta (Lehtinen ym. 2012, 214). Kokoja on valittavana kolme: Maximum size (no loss of detail), For print (4 megapixels) ja For web (0.5 megapixels) (Lehtinen ym. 2012, 214). Me olemme yleensä käyttäneet vain ohjelman ehdottamia arvoja.

Tiedostoformaatiksi valitaan *Photoshop Document* (.psd), jos kuvat on otettu yleisimmällä tekniikalla eli neljällä (4) tai kuudella (6) kuvalla. PSD on kuvankäsittelyohjelma Adobe Photoshopin perusformaatti, joka mahdollistaa kaikkien Photoshopin toimintojen kuten tasojen käytön (Adobe Systems Incorporated Finland 2012). Tiedostoformaatin vieressä olevasta Settings-painikkeesta määritetään tietyt Photoshop Document -kohtaiset asetukset (kuva 38). Layers-kohdassa on tärkeää valita kuvat kerroksittaisiksi eli ”Layered”, sillä täten kuvia pystyy vielä helposti muokkaamaan Photoshopissa erikseen omissa tasoissaan. Kyseinen valinta siis laittaa panoraaman jokaisen kuvan omalle tasolleen ja säätöjen jälkeen kuvat tullaan tavallaan yhdistämään uudelleen. Tämä ominaisuus on kätevä, jos kuvassa esiintyy haamuja tai epätarkkoja kohtia, jotka halutaan poistaa. Tasoissa muokkaamista ei voi käyttää HDR-kuviin, sillä ne on jo niin sanotusti sommiteltu yhteinäisiksi valotukseltaan, eikä niitä ole mahdollista jakaa enää omiksi tasoikseen.

HDR-tekniikassa tiedostoformaatiksi määritetään TIFF (.tif) eli *Tagged-Image File Format*. TIFF-muotoa voidaan kätevästi siirtää sovelluksesta toiseen (Adobe Systems Incorporated Finland 2012), sillä se ei pakkaa tiedostoa ollenkaan eli tiedostosta ei katoa mitään välistä. TIFF-kuva tullaan myöhemmin siirtämään toiseen ohjelmaan 360-panoraamaesityksen tekoa varten. Toisella tekniikallakin tehty PSD-tiedosto muunnetaan lopulta TIFF-muotoon sen jälkeen, kun se on käsitelty Photoshopin tasoissa.

HDR-tekniikan TIFF-asetukset valitaan samasta paikasta kuin PSD-muodossakin ja ne ovat melkein samat. Ainoastaan viimeisessä kohdassa on Alpha channel, jo-

ka määritetään No alpha channel -asentoon. Alpha channel on Photoshopin ominaisuus, joka mahdollistaa tasoihin valintatyökaluilla tehtyjen valintojen tallentamisen ja lataamisen. Emme ole tarvinneet kyseistä asetusta panoraamojen tekemisessä, joten se on jätetty kokonaan valitsematta.



Kuva 39. PTGui Pro työstää lopullista panoraamakuvaa HDR-kuvista.

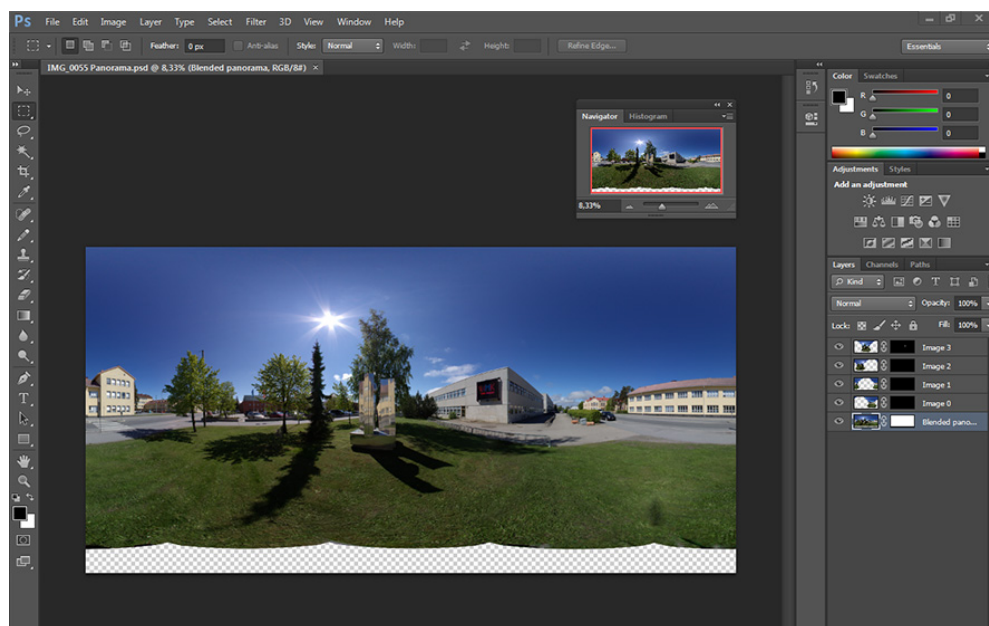
Lopuksi panoraamatyölle valitaan Output file prefix -kohdasta tietty kansio, minne se tallennetaan sekä nimetään itse työ. Koko panoraamatyö tallennetaan samaan tiettyyn kansioon, missä ovat myös kaikki työhön käytetyt RAW-kuvat. Tämän jälkeen voidaan napsauttaa Create Panorama -painiketta, jolloin PTGui alkaa työstää lopullista panoraamakuvaa (kuva 39). Työstämisessä on monia vaiheita ja kokonaisuudessaan se kestää useita minuutteja, riippuen käytettyjen kuvien määrästä. Tässä vaiheessa valmis panoraamakuva kattaa 360 astetta, mutta sitä ei ole vielä pyöristetty pallomuotoon. Myöhemmin toisessa ohjelmassa se tullaan muuntamaan Flash-tiedostoksi, jolloin 360 asteen käsitteen ymmärtää paremmin.

5.4 Kuvankäsittely

PTGuin luotua panoraaman valmiiksi avataan tiedosto Adobe Photoshopissa kuvankäsittelyä varten. Koulussamme on tällä hetkellä käytössä uusin versio, *Photoshop CS6* eli Creative Suite 6, mutta myös vanhemmat versiot käyvät hyvin panoraaman kuvankäsittelyyn. Photoshop CS6 on Adobe Creative Suite -tuoteperheeseen kuuluva tunnettu ja paljon ammattilaisten käytössä oleva kuvankäsittelyohjelma, joka julkaistiin virallisesti 23. huhtikuuta 2012 (Adobe Systems Incorporated 2012). Creative Suite -tuoteperheeseen kuuluu kaikenlaisia kuvankäsittely- ja muita digitaalisten töiden tekoon käytettäviä ohjelmia.

5.4.1 PSD-kuvan tasomuokkaus

Ilman HDR-kuvia tehty tavanomainen panoraama on PSD-muodossa tasoittain, joten sitä voi vielä tarvittaessa korjailla Photoshopissa, mikäli huomataan joitakin epäkohtia. Photoshopin oikeassa reunassa olevien tasojen avulla (ks. kuva 40) pystytään tarkistamaan kuvien yhdistämiskohtia ja huomataan helposti mahdolliset epätarkkuudet tai vinoon yhdistyneet kohdat. Painamalla Shift-näppäimen pohjaan ja napsauttamalla hiiren vasenta painiketta jonkin mustan tasolaatikon päällä, kuvaan ilmestyy yhdistämiskohtia. Alkuperäisen kuvan saa takaisin näkyviin napsauttamalla mustan laatikon kohtaa hiiren vasemmalla painikkeella. Näitä toimintoja vuorotellaan kuvien vertailun vuoksi ja näin ollen pystytään hahmotamaan, kannattaako alkuperäiseen kuvaan tehdä korjauksia eli onko tasokuvassa jokin kohta paremmin kuin alkuperäisessä. Esimerkiksi, jos alkuperäisessä kuvassa puun latva on pahasti epätarkka, mutta tietyssä tasokuvassa latva on tarkempi, napsautetaan hiiren vasemmalla painikkeella sitä tietyn tason mustaa laatikkoa, valitaan Photoshopin sivellintyökalu ja maalataan sillä alkuperäiseen kuvaan puun latvan päälle. Tällöin sivellin niin sanotusti ottaa maalinsa siitä tietystä, valitusta tasosta ja puun latvasta tulee tarkka, niin kuin tasokuvassa. Jokainen taso kannattaa tarkistaa kunnolla pienienkin korjauksien varalta, sillä tässä vaiheessa kuvanmuokkaus on helppoa ja vaivatonta. Kaikkia kuvan virheitä ei kuitenkaan välttämättä pysty muokkaamaan tasojen avulla, vaan ne täytyy korjata vasta myöhemässä vaiheessa toisella ohjelmalla.



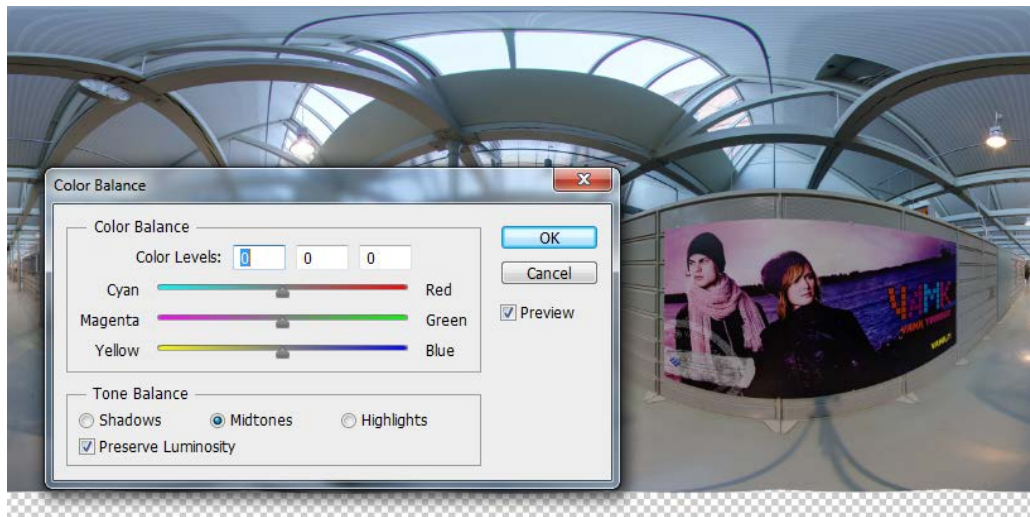
Kuva 40. PSD-muotoinen panoraamakuva tasoiheen Photoshop CS6:ssa.

Tasomuokkauksien jälkeen panoraamakuva litistetään yhtenäiseksi eli tasot hävietään napsauttamalla hiiren oikealla painikkeella Blended panorama -kohtaa taso-
laatikoiden alapuolella ja valitsemalla toiminto ”Flatten Image”. Tämän jälkeen kuva tallennetaan TIFF-muotoon ”Save As...” -kohdasta ja koko tiedosto suljetaan. Lopulta siis tavanomaisestakin panoraamasta tulee TIFF-muotoinen, kuten HDR-panoraamasta.

5.4.2 TIFF-kuvan käsittely

Panoraamakuvaan tehdään vielä viimeiset säädöt, kun se on TIFF-muodossa. Tiedosto avataan Photoshopissa ja tarkkaillaan, mitä se voisi vielä vaatia; esimerkiksi onko kuva tarpeeksi kirkas, tarvitseeko se hieman värisävyjen hienosäätöä, ja niin edelleen. Kuvaan kannattaa tehdä ainakin perussäädöt eli lisätä hieman kontrastia, kirkkautta ja terävyyttä. On tärkeää, ettei kuva ole kuitenkaan liian kirkas eikä liian tumma. Kuvasta on pyrittävä tekemään myös mahdollisimman luonnollisen näköinen; esimerkiksi, jos kuvat on otettu sisätiloissa loisteputkivalaistuksessa, kannattaa värisävyjä hieman tasoitella ja säädellä (ks. kuva 41), ettei valaistus jää liian keltaiseksi. Kontrasti-, kirkkaus- ja väriasetukset löytyvät Photoshopin ylävalikon Image → Adjustments -painikkeen alta, terävyyden säädöt puolestaan Filter

→ Sharpen -painikkeesta. Tarvittavien käsittelyiden jälkeen kuva tallennetaan ja säilytetään edelleen TIFF-muodossa.



Kuva 41. Väritasapainoasetuksien määrittely -ikkuna Adobe Photoshop CS6:ssa.

Panoraamavirtuaalikerroksen toteuttamiseen tarvitaan monta TIFF-kuvaa, kun kohteena on jokin suuri paikka, esimerkiksi Technobothnia. Tällöin on tärkeää tehdä kaikille kuville samat säädöt, jotta virtuaalikerroksessa pysyisi sama kirkkaus- ja värimaailma kuvasta toiseen siirryttäessä. Luonnollisuuteen on pyrittävä, jotta esitys antaisi aidon näkymän tiloista.

6 360-PANORAAMAESITYS JA VIRTUAALIKIERROS

PTGuin ja Photoshopin käsittelyn jälkeen panoraamakuvasta ryhdytään työstämään Flash-muotoista 360-panoraamaesitystä. Koulussamme esityksen tekemiseen käytetään Garden Gnome Softwaren tuottamaa *Pano2VR*-ohjelmaa, versiota 2.3.4 (kuva 42), jolla pystyy toteuttamaan Flash-, HTML5- tai QuickTime VR -muotoisia virtuaaliesityksiä (Garden Gnome Software 2012). Kuten aikaisemmat ohjelmat, myös Pano2VR on asennettu Wolffintien yksikön medialuokan tietokoneisiin.

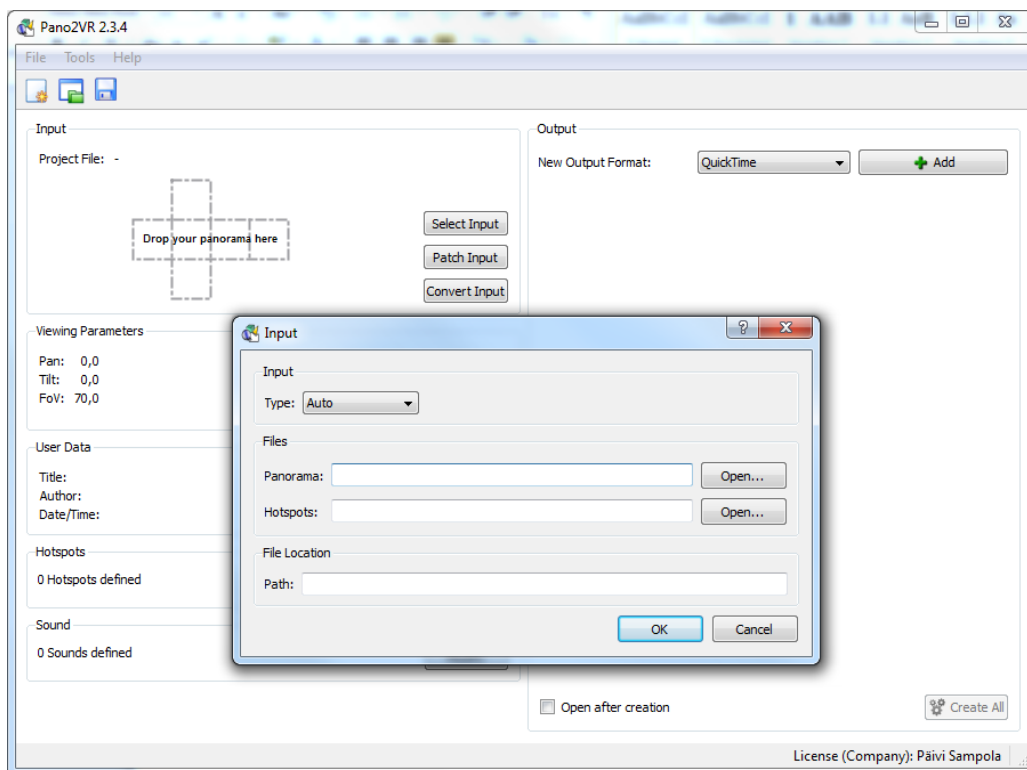


Kuva 42. Koulussa käytetään Pano2VR:n 2.3.4 -versiota.

Tekemämme panoraamaesitykset olemme aina tallentaneet *Adobe Flashin SWF* eli ShockWave Flash -tiedostomuotoon, ja esityksien katseluun käyttäneet Adobe Flash Playerin versiota 9 tai 10. Oikean version täytyy olla asennettuna laitteessa, jossa panoraamaesitystä katsellaan, muuten esitys ei toimi. Flash Playerin saa ladata ilmaiseksi Adoben omilta Internet-sivuilta.

6.1 Pyöristäminen pallopanoraamaksi

Pano2VR:ssä TIFF-kuva pyöristetään pallomaiseksi, 360-asteiseksi panoraamaksi. Ohjelman perusnäkyvän Select Input -painikkeen alta, Panorama-kohdasta haetaan kuva omasta kansiostaan ja ladataan se ohjelmaan (kuva 43). Latauksen jälkeen kuva on muutettu 360 asteen pallopanoraamaksi.



Kuva 43. Select Input -painikkeen alta haetaan tietty TIFF-kuva Pano2VR-ohjelmaan.

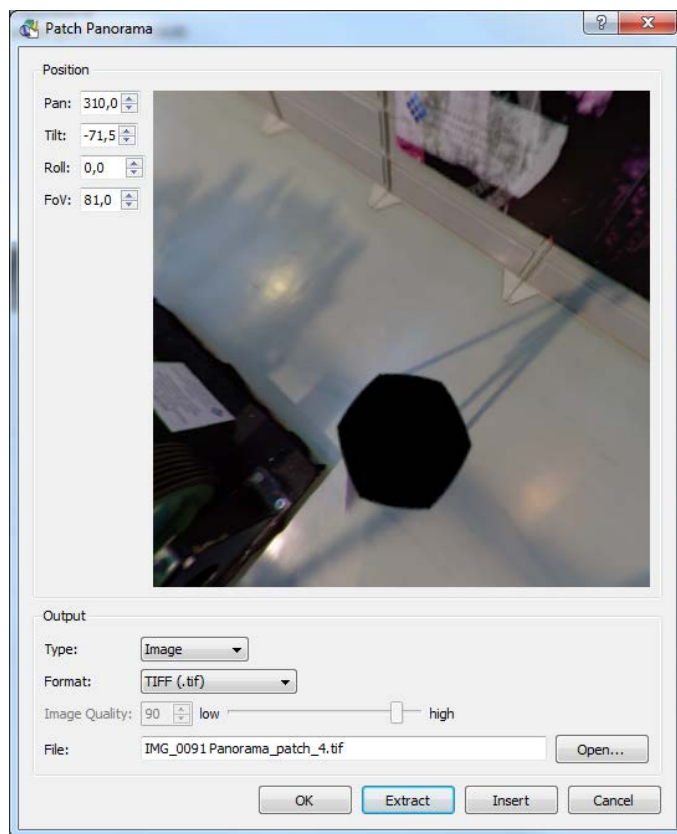
Panoraama ei ole kuitenkaan vielä valmis, vaikka se on jo pyöristetty. Siinä on tiettyjä virhekohtia, jotka täytyy käydä määrittelemässä ja korjaamassa. Pano2VR-tiedosto kannattaa tallentaa pyöristämisen jälkeen samaan kansioon, missä kaikki aikaisemmatkin tiedostot ovat.

6.2 Paikkauskohdat

Perusnäkyvän Patch Input -painikkeen alta Add-kohdasta avautuu ikkuna, jossa voidaan etsiä virheellisiä kohtia ja lisätä ne Extract-painikkeella omiksi paikkaus-

kohdikseen eli ”pätseiksi” (kuva 44). Paikkauskohdat ovat siis tiettyjä kuvan osia, jotka tallentuvat TIFF-muotoon ja jotka pystytään paikkaamaan kuvankäsittelyllä Photoshopissa. Virhekohtia on yleensä vähintään yksi: alaosa, jossa kameran ja lustan paikka on (ks. kuva 44). Se on kohta, joka jää aina mustaksi aukoksi ja täten manuaalisesti korjattavaksi.

Joitakin virheellisiä kohtia ei välttämättä hahmota pienessä Patch Panorama -ikkunassa, jolloin ”pätsien” etsimisen voi jättää vasta ihan loppuksi, kun panoraamaesitys on luotu. Lopullisesta esityksestä pystyy hyvin tarkistamaan yksityiskoh-
taisemmatkin osat ja palata tarvittaessa korjaamaan ne.

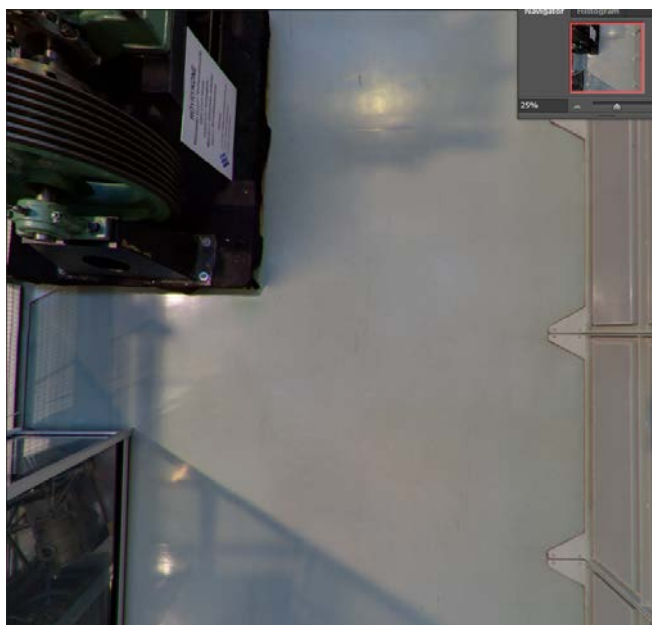


Kuva 44. Paikkauskohtien määrittämistä Pano2VR:ssä.

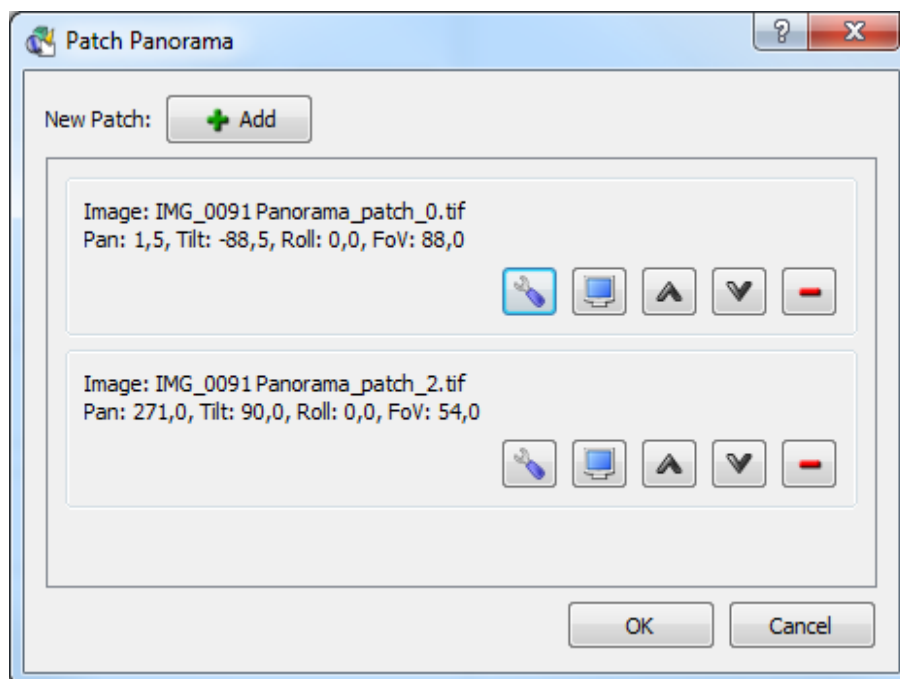
Paikkauskohtien määrittämisen jälkeen siirrytään käsittelemään kohdat Photoshopissa avaamalla kansiota yksitellen jokainen TIFF-muotoinen ”pätsi”. Korjaamiseen ei ole mitään yksittäistä keinoa; tyylejä on erilaisia ja kaikki riippuu tietysti kohteesta. Yksi hyvä työkalu on Clone Stamp Tool, jolla pystyy kloonamaan va-

litun kohdan. Tällä tekniikalla pystytään helposti korjaamaan esimerkiksi rikkinäinen lattian osa: otetaan Clone Stamp Toolilla ehjästä lattiasta ”kloonipala” ja väritetään rikkinäinen osa ehjän kaltaiseksi.

Alaosan mustan aukon voi korjata melko vaivattomasti yhdellä kätevällä tavalla: ympäröidään aukko Lasso Toolilla ja napsautetaan hiirellä ylävalikosta Edit → Fill..., minkä jälkeen ruudulle avautuvasta ikkunasta valitaan Content-Aware ja Opacity 100 %. Tällä tekniikalla Photoshop pyrkii muokkaamaan aukkokohtasta ehjän, samankaltaisen kuin vieressä oleva lattia tai maasto, riippuen missä on kuvattu (ks. kuva 45). Toisinaan se onnistuu, toisinaan taas ei. Alaosan ympäristön täytyy olla melko tasaista, jotta paikkauksesta tulisi aidon näköinen. Content-Awaren jälkeen voi vielä kuitenkin tasoittaa kohtaa esimerkiksi Clone Stamp Toolilla.



Kuva 45. Alaosan musta aukko on korjattu Content-Awarella Photoshop CS6:ssa.



Kuva 46. ”Päsit” allekkain ikkunassa Pano2VR-ohjelmassa.

Photoshop-työn jälkeen palataan takaisin Pano2VR-ohjelmaan ottamaan kaikki paikkaukset käyttöön. ”Päsit” näkyvät allekkain ikkunassa (kuva 46) ja jokainen niistä käydään erikseen lisäämässä panoraamaesitykseen jakoavain-painikkeen kautta Insert-kohtaa napsauttamalla. Jakoavain-työkalusta pääsee samaan ikkunaan, josta ”päsit” määritettiin. OK-painikkeesta kaikki päivittyy varmistuksen kautta ohjelmaan.

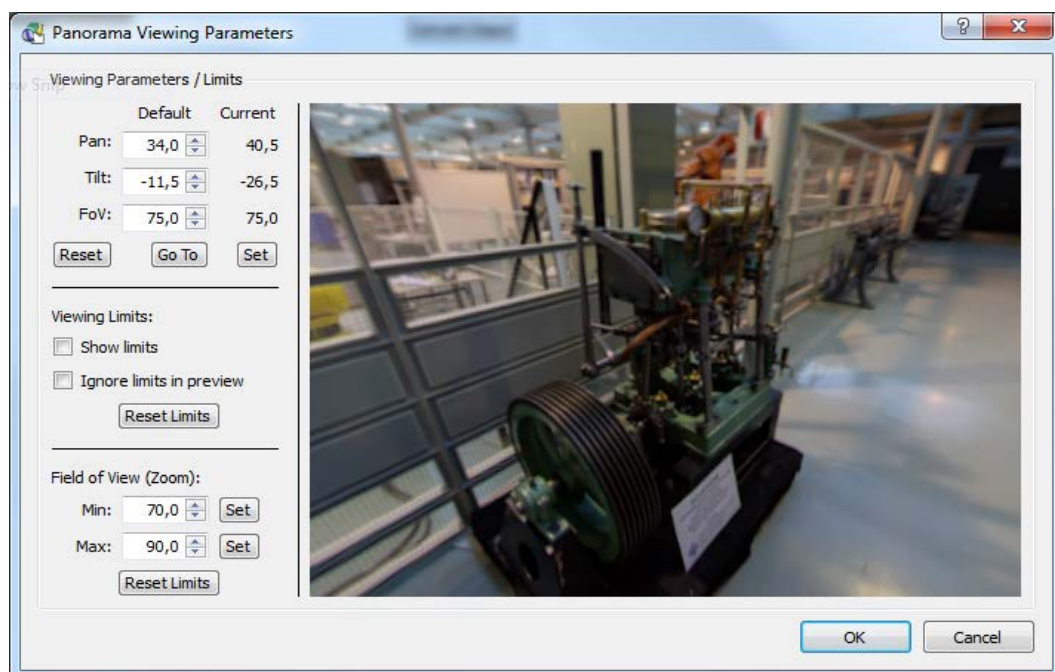
6.3 Näkyvyysasetukset

Panoraamaesitykseen täytyy määritellä, miten esitys näkyy katsojille: mistä kohdasta ja miltä etäisyydeltä se alkaa, sekä kuinka lähelle ja kauas sitä voi liikuttaa. Nämä asetukset löytyvät Pano2VR:n perusnäkyvän Viewing Parameters -kohdan Modify-painikkeesta. Ruudulle avautuu uusi ikkuna, jossa panoraamakuvaa voi tarkastella esikatselunäkymässä (kuva 47).

Esikatseluikkunassa kuvaa voi käänellä hiiren avulla eri suuntiin ja näin valita sopivan aloituskohdan. Aloituskohta on siis se näkymä, joka ensimmäisenä näkyy esityksen avautuessa. Yleensä siihen määritetään jokin kuvan pääpiste eli tärkeä

kohde, joka halutaan tuoda heti esille. Viewing Parameters / Limits -kentän Set-painikkeesta ohjelma tallettaa valitun kohdan muistiinsa (ks. kuva 47).

360-panoraamaesityksissä pyritään näyttämään kokonainen pyöreä kuva, jolloin mitään rajoituksia ei tarvitse määrittellä. Tarvittaessa kuitenkin kuvan näkyvyyttä voi rajoittaa Show limits -valinnan kautta asettamalla tietyt rajat, mihin asti sitä voi käännellä. Esimerkiksi, jos alaosan lattiaa ei haluta näyttää ollenkaan sen epäonnistumisen takia, voidaan kuva rajata poikki ennen lattiaa. Päättävöitteena kuitenkin on tehdä panoraamakuvasta mahdollisimman täydellinen joka kohdasta, että sitä voitaisiin tarkastella rajattomasti joka suuntaan.



Kuva 47. Panoraamaesityksen näkyvyyden määrittely Pano2VR:ssä.

Panoraamaesitykselle asetetaan yleensä tietyt suurennus- ja loitonnusarvot, toisin sanoen ”zoomausarvot”, jotka määrittävät, kuinka lähelle ja kauas kuvaa pystyy esityksessä ”zoomaamaan”. Arvot merkitään Field of View (Zoom) -kentän Min- ja Max-kohtiin. Tarkoituksena on, että kuvaa ei pääse tarkastelemaan liian lähelle eikä liian kauas, ettei näkymästä tule vääristyneen ja epäaidon näköinen. Etäisyyksiä voi kokeilla asettamalla eri lukuja minimi- ja maksimiarvoksi ja liikuttamalla hiiren rullaa esikatselukuvan päällä, jolloin valitut etäisyydet näkyvät konk-

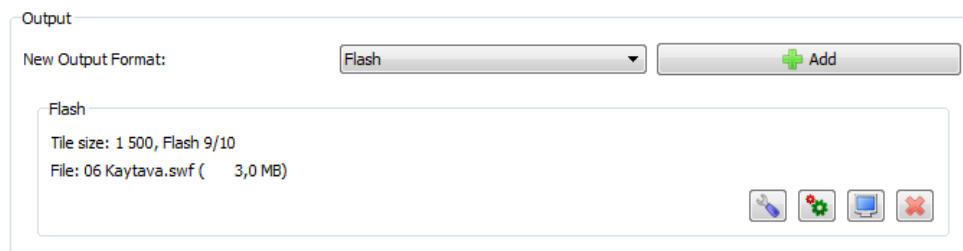
reettisesti. Koulussa tehdyissä panoraamaesityksissä olemme käyttäneet Min: 70 ja Max: 90.

Esitykselle asetetaan myös aina tietty alkuetäisyys, mikä käytännössä tarkoittaa, että kuva suurennetaan tai loitonnetaan sopivaksi katsottuun kohtaan ja täten aina, kun esitys avataan, näkymä on valmiiksi tietyllä, valitulla etäisyydellä. Alkuetäisyyden arvoksi kannattaa laittaa jokin Min- ja Max-arvon väliltä, jotta panoraamakuvaa pystyy heti alusta alkaen ”zoomaamaan” sekä lähelle että kauas, eikä vain toiseen suuntaan. Alkuetäisyys määritetään Viewing Parameters / Limits -kentän FoV-kohdasta (ks. kuva 47).

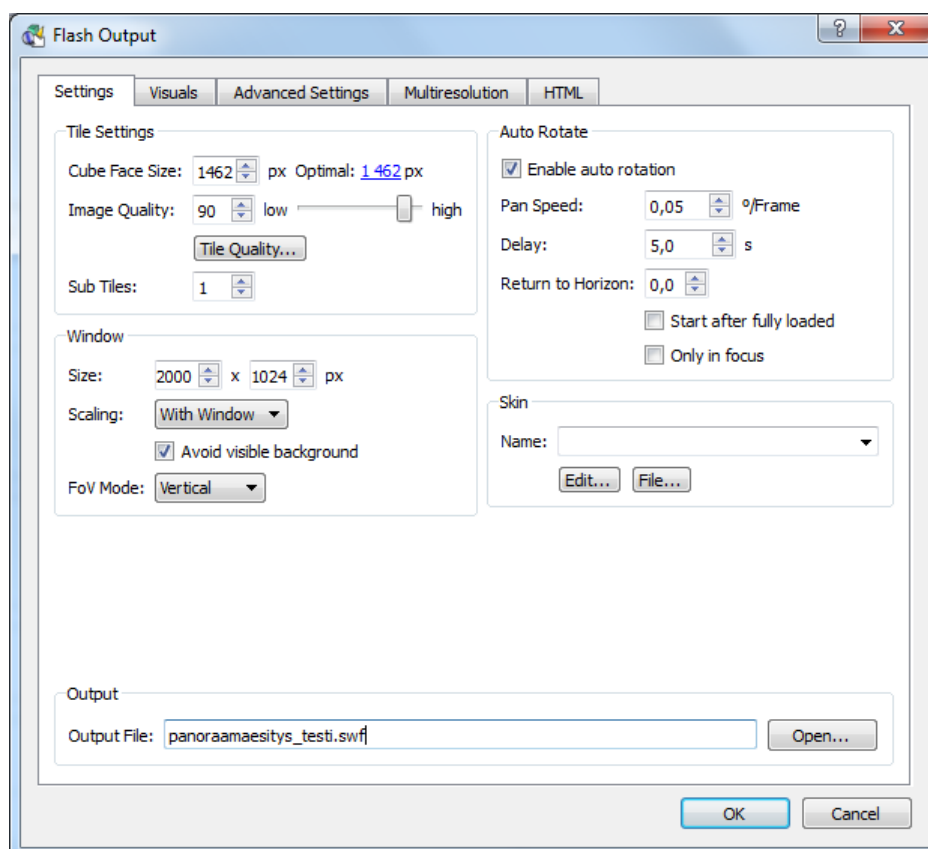
6.4 Flash-esityksen luominen

Näkyvyysasetuksien jälkeen siirrytään Flash-esityksen tekemiseen. Pano2VR:n perusnäkömön Output-kentän New Output Format -kohdassa valitaan muodoksi Flash ja painetaan Add-painiketta (kuva 48). Tämän jälkeen ruudulle aukeaa uusi, Flash Output -ikkuna, jossa esitykselle määritetään tarvittavat asetukset (kuva 49). Output-kenttään ilmestyy aina uusi Flash-kenttä, kun esitys on käyty luomassa (ks. kuva 48). Flash-kentässä näkyy esityksen perustietoja sekä neljä valintapainiketta, joista pääsee aina tarvittaessa muokkaamaan kyseistä SWF-tiedostoa.

Applen tuotteet, esimerkiksi iPhone, iPad ja MacBook, eivät tue ollenkaan Adoben Flashia, joten SWF-muotoiset panoraamaesitykset eivät toimi niissä. Tämän vuoksi voidaan Pano2VR:llä toteuttaa myös pelkästään HTML-muotoisia esityksiä, jotka puolestaan soveltuvat hyvin Applen tuotteisiin. Perusnäkömön Output-kentän New Output Format -kohdassa valitaan tällöin muodoksi HTML5, jolloin ohjelma tekee esityksen pelkästään kyseiseen formaattiin.



Kuva 48. Output-kenttä Pano2VR:ssä.



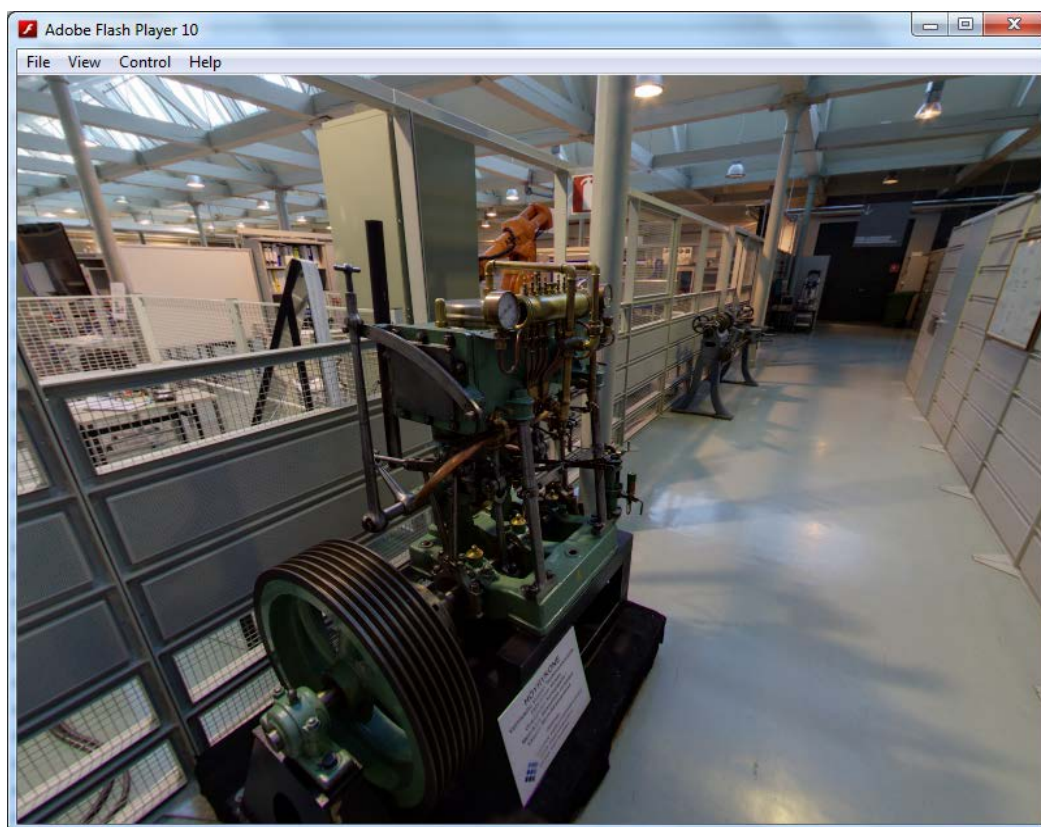
Kuva 49. Pano2VR:n Flash Output -ikkunassa määritetään SWF-tiedoston eri asetuksia.

Pano2VR:n 2.3.4 -versiossa on vaikka mitä säätöjä panoraamaesitystä varten, mutta tässä työssä esittelemme lähinnä perusasetukset, joita itse olemme käyttäneet. Flash Output -ikkunassa on ensimmäisen Settings-välilehden lisäksi neljä muutakin: Visuals, Advanced Settings, Multiresolution ja HTML. Settings-välilehdellä säädetään yleisimmät asetukset eli esityksen ikkunan koko, automaattinen pyörimisliike, nimi ja mahdollinen ”skini” eli toisin sanoen panoraamaesi-

tyksen ulkoasu, joka esitellään seuraavan otsikon alla. Ikkunan muilla välilehdillä perehdytään syvällisemmin esityksen ulkomuotoon, toimintoihin ja resoluutioon. Mikäli panoraamasta halutaan tehdä myös HTML-versio, täytyy asetukset käydä säätämässä viimeisellä HTML-välilehdellä.

Flash Output -ikkunan Settings-välilehdellä täytyy ensin asettaa esitykselle ikkunan koko eli määrittää, kuinka suurena SWF-muotoinen panoraamaesitys aukeaa näytöllä. Koko merkitään manuaalisesti pikseleinä Window-kentän Size-kohtaan. Koulussa olemme tottuneet käyttämään meille ohjeistettua 2000 x 1024 px, mutta myös pienempi ikkuna käy. Merkinän jälkeen Pano2VR asettaa automaattisesti Tile Settings -kentän Optimal-kohtaan tietyn pikseliluvun, määritetyn ikkunakoon mukaan, eli tässä esimerkkitapauksessa 1462 px. Optimal-luku näkyy sinisenä, alleviivattuna linkkinä ja se voidaan ottaa käyttöön napsauttamalla sitä hiirellä, jolloin luku siirtyy viereiseen Cube Face Size -kohtaan (ks. kuva 49). Optimal-lukua ei kuitenkaan tarvitse käyttää, vaan Cube Face Sizen voi määritellä myös itse manuaalisesti. Olemme huomanneet panoraamaesityksiä tehdessämme, että 1500 px on hyvä luku; se tekee kuvasta sopivan tarkan.

Panoraamaesitykselle on hyvä asettaa automaattinen pyörimisliike, joka tarkoittaa, että kuva lähtee heti sen auettua kiertämään myötäpäivän suuntaisesti. Pyörimisen saa asetettua Flash Outputin Auto Rotate -kentässä ruksaamalla kohdan ”Enable auto rotation” (ks. kuva 49). Samasta kentästä saa myös määriteltä pyörimisen nopeuden Pan Speed -kohdassa. Pyöriminen kannattaa säätää hitaalle, jotta kuvaa on mielekästä katsella; liian nopea liike ei anna katsojan tutustua rauhasa esitykseen. Koulussa olemme käyttäneet 0,05 nopeusarvona. Hidas pyörimisliike kertoo heti katsojalle, että kuva myös liikkuu, eikä vain pysy paikallaan. Näin katsoja myös huomaa helpommin, että esitykseen pystyy itsekin vaikuttamaan: sen voi pysäyttää tai sitä voi liikuttaa vaikka nopeammin hiiren avulla.



Kuva 50. SWF-muotoinen panoraamaesitys omassa ikkunassaan (Inki 2012).

Panoraamaesitys nimetään Output File -kohdassa ja sille määrätään myös tietty kohdekansio, jonne se tallentuu. Tämän jälkeen voidaan painaa OK-painiketta ja luoda SWF-tiedosto, jotta nähdään, miltä esitys kokonaisuudessaan tällä hetkellä näyttää (ks. kuva 50). Isossa ikkunassa saattaa huomata vielä joitakin virhekohtia ja tällöin voi palata perusnäkömään Patch Input -painikkeesta määrittämään ja paikkaamaan ne.

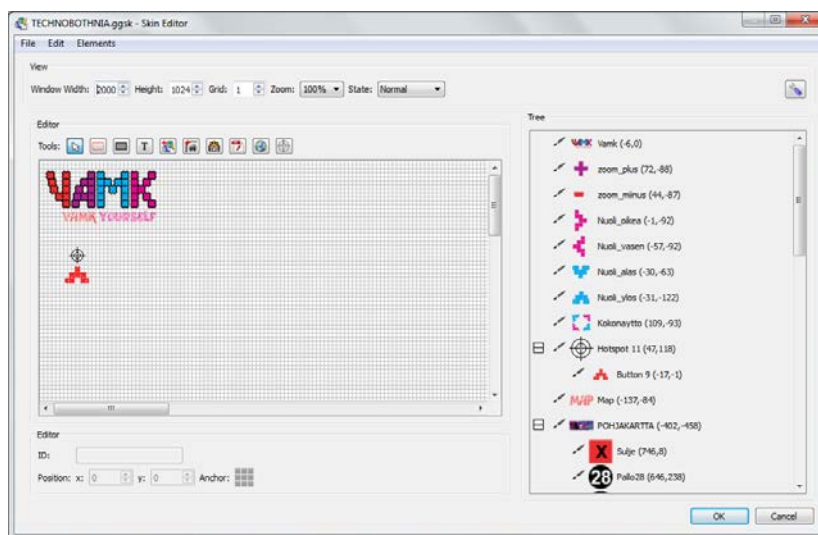
6.5 Esityksen skin

Vaikka panoraamaesityksestä ei löytyisikään enää virheitä, se on silti vielä puutteellinen: esitykselle on haettava tai luotava ainakin navigointi- ja ”zoomaus”-painikkeet, joilla katsoja pystyy ohjaamaan sitä. Flash Output -ikkunan Skin-kentässä voidaan panoraamaesitykselle joko määrittää valmis *skin* tai luoda itse täysin oma. Skiniksi kutsutaan panoraamaesityksen ulkoasua, johon sisältyy painikkeet, kuvat, tekstit, yms. Se voidaan toteuttaa Skin Editorilla, jonne pystyy tuomaan valmiita kuvia ja painikkeita sekä ohjelmoimaan näihin erilaisia toimin-

toja. Pano2VR:n mukana tulee joitakin valmiita, yksinkertaisia skinejä, joihin on jo tehty toimintopainikkeet. Niitä voi hyvin käyttää, mutta jos haluaa hieman haastetta sekä luoda panoraamaesityksestä täysin omanlaisensa, voi suunnitella ja toteuttaa kaiken itse. Omia painonappeja ja kuvioita voi tehdä helposti esimerkiksi Adoben Photoshopilla.

6.5.1 Skin Editor ja skinin sisältö

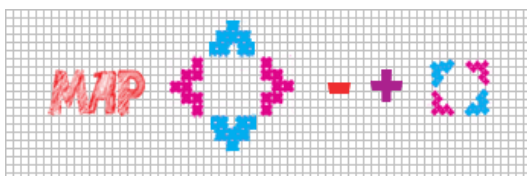
Alla olevassa kuvassa (kuva 51) näkyy Skin Editor, jossa on luotu ”Technobothnia-skini” eli Vaasan ammattikorkeakoululle / Technobothnialle suunniteltu panoraamaesityksen ulkoasu. ”Technobothnia-skiniin” kuuluu Vamk:n logo sekä toimintopainikkeet: nuolinavigointi, plus-merkki, miinus-merkki, koko näyttö - kuvake sekä Map-teksti (ks. kuva 52). Myös Technobothnian pohjakarttakuva kuuluu tähän skiniin, mutta se tulee esityksessä näkyviin vasta, kun Map-tekstiä on painettu. Kaikki kuvat ja painikkeet näkyvät kuitenkin normaalisti Skin Editorin muokkauspöydällä. Ne on tuotu sinne Tools-rivin ”Add image” - ja ”Add button” -painikkeiden kautta kansioista selaamalla.



Kuva 51. ”Technobothnia-skini” Skin Editor -ikkunassa, Pano2VR:ssä.

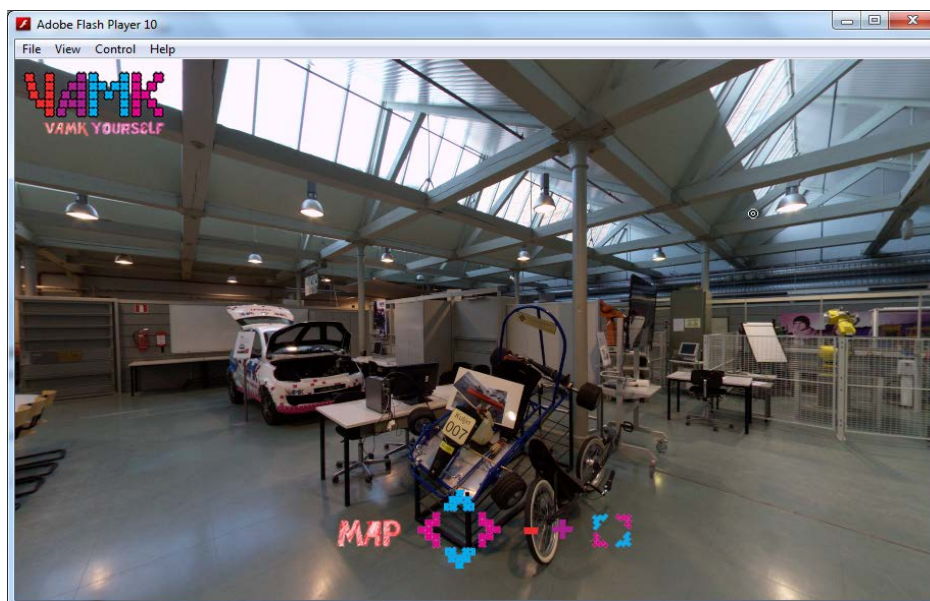
Skin Editorissa ideana on sommitella kuvia ja painikkeita muokkauspöydällä niin kuin haluaisi niiden näkyvän panoraamaesityksessä. Navigointipainikkeet kannattaa asettaa alhaalle keskelle, jotta ne olisivat helposti käytettävissä, mutta eivät

kuitenkaan esityksen tiellä (ks. kuva 53). Mahdollinen esityksessä näkyvä logo on hyvä asettaa oikeaan tai vasempaan yläreunaan, ettei koko skinin sisältö ole ahautettuna alhaalle. Esitykseen ei kannata tunkea liikaa tekstiä ja kuvia, vaan siitä on pyrittävä tekemään ulkoasultaan mahdollisimman yksinkertainen, jotta pääpaino keskittyisi itse panoraamakuvaan.

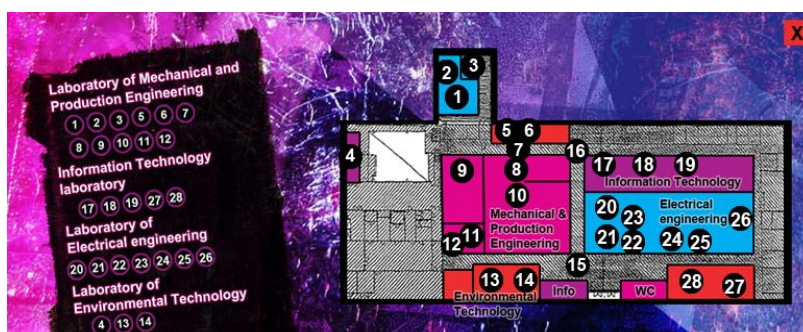


Kuva 52. ”Technobothnia-skinin” toimintopainikkeet Skin Editorissa. Oikealla ”Koko näyttö” -kuvapainike (Inki 2012).

”Technobothnia-skinin” toimintopainikkeille on ohjelmoitu tietyt käskyt, joita ne noudattavat, kun niitä on napsautettu hiirellä. Nuolinnavigointi-painikkeista kuva liikkuu joko ylös, alas, oikealle tai vasemmalle. Plus-merkistä kuva siirtyy lähemmäs eli ”zoomaantuu” ja miinus-merkistä päinvastoin loittonee kauemmas. Koko näyttö -kuvaketta painamalla panoraamakuva suurenee koko näytölle ja kuvaketta uudestaan klikkaamalla esitys palaa takaisin lähtötilanteeseen. Map-tekstistä puolestaan avautuu ruudulle Technobothnian pohjakartta (kuva 54), jossa on numeroituja pallo-linkkejä eri tiloihin. Kartan saa myös suljettua pois sen X-painikkeesta. Tällaista linkki-karttaa voidaan käyttää, jos tehdään 360-virtuaalikierron suuresta kohteesta, jossa on paljon huoneita, kuten Technobothniassa on. Pohjakartan toiminnoista kerrotaan enemmän Virtuaalikierron toteuttaminen -kappaleessa. Panoraamaesityksen ”Technobothnia-skiniä” voi tarkastella seuraavalla sivulla olevasta kuvasta (kuva 53).



Kuva 53. Panoraamaesityksen ”Technobothnia-skini”, joka sisältää logon ja toimintopainikkeet (Inki 2012).

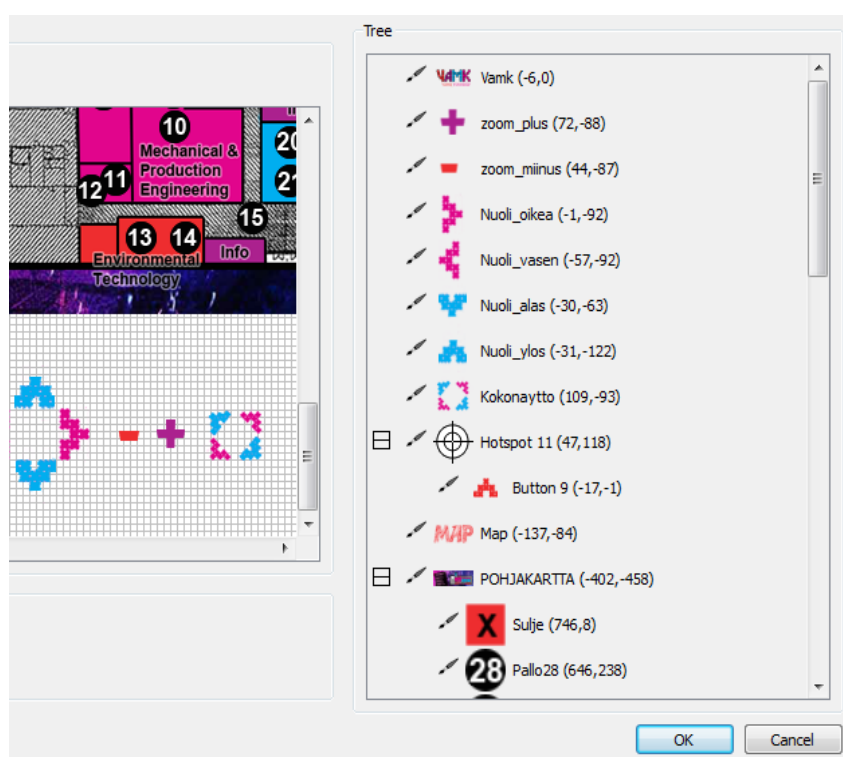


Kuva 54. ”Technobothnia-skinin” pohjakarttakuva (Inki 2012).

Tässä ”Technobothnia-skinissä” on käytetty Vaasan ammattikorkeakoulun graafisen ohjeistuksen mukaisia värejä ja kuvioita, mutta myös jotain erilaista. Tekijä on muun muassa yhdistänyt jotakin valmista johonkin uuteen, mistä esimerkkinä on koko näyttö -kuvake, Map-teksti ja pohjakarttakuva (ks. kuva 52 ja kuva 54). Map-tekstissä on käytetty graafisen ohjeistuksen tietyn fontin kirjainkuvia ja koko näyttö -kuvapainikkeessa neljä valmista graafisen ohjeistuksen nuolipainiketta on yhdistetty yhdeksi painikkeeksi. Myös pohjakarttakuvassa on yhdistetty samaisen ohjeistuksen kuvioita ja värimaailmaa, mutta vain Technobothnian valmiiseen karttaan, jota tekijä on muokannut väreillä ja piirtotyökaluilla omanlaisekseen.

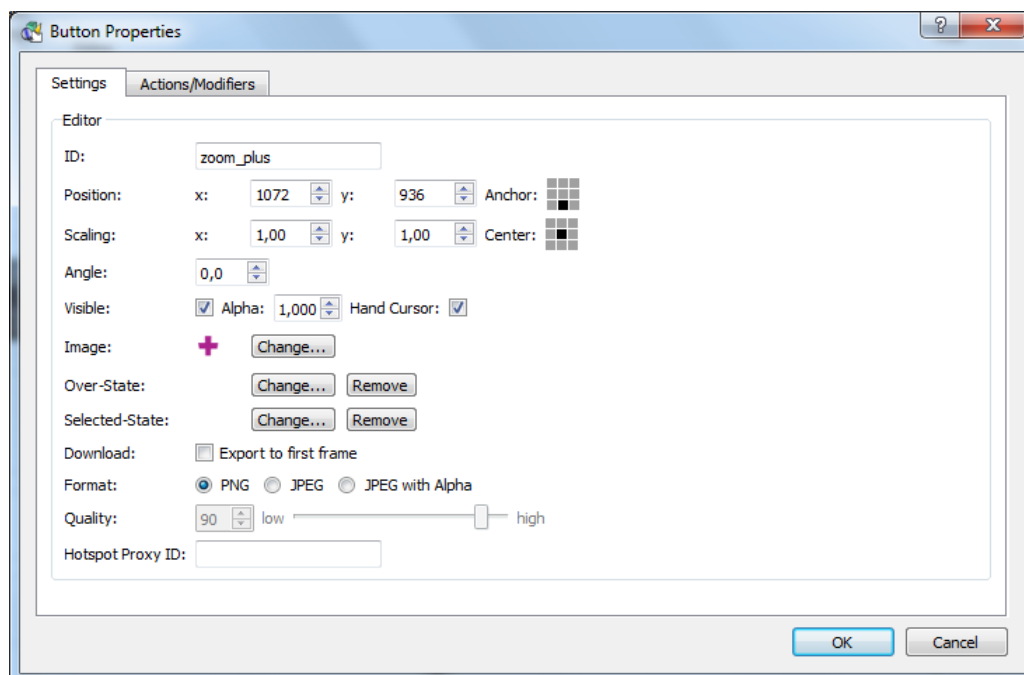
6.5.2 Kuvakkeiden asetukset ja ohjelmointi

Skin Editorin oikeassa reunassa, Tree-kentässä, näkyy kaikki sinne tuodut kuvakkeet (kuva 55). Jokaisen kuvakkeen vieressä, vasemmalla puolella on siveltimen kuva, jota painamalla saa tietyn kuvakkeen piilotettua Editorin muokkauspöydällä. Piilotusta voi käyttää esimerkiksi silloin, kun kuvakkeita on paljon ja niitä haluaa sommitella pöydällä tarkasti erikseen. Kuvake ei siis poistu ohjelmasta, vaan ainoastaan piiloutuu näkyvistä. Sen saa tuotua takaisin esille painamalla uudestaan siveltimen kuvaa.



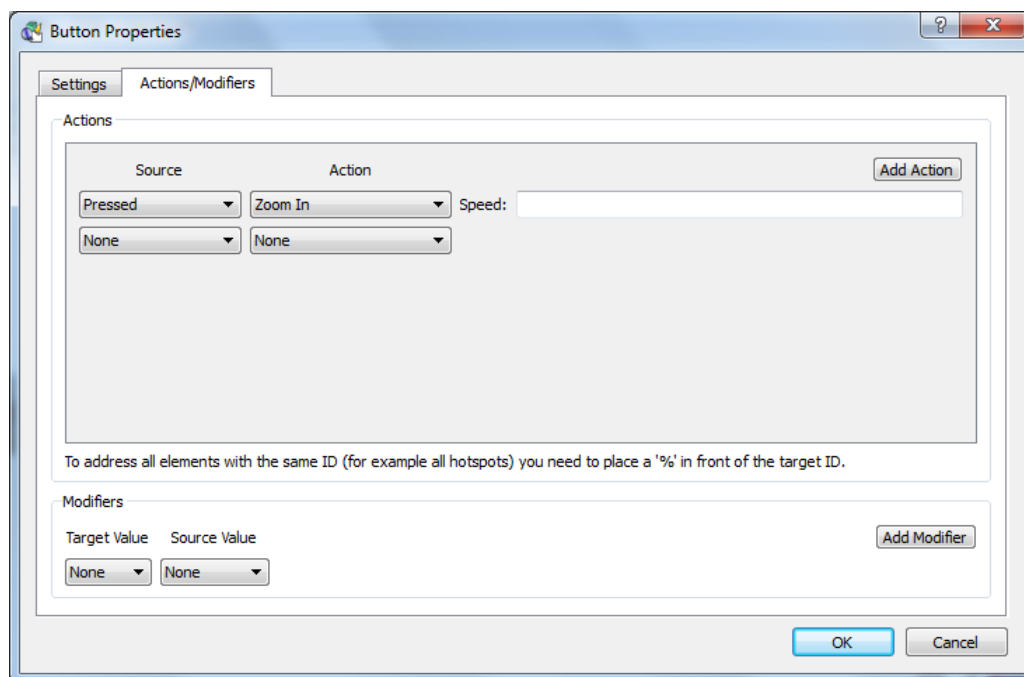
Kuva 55. Pano2VR:n Skin Editoriin tuodut kuvakkeet näkyvät oikeassa reunassa, Tree-kentässä.

Kuvaketta itseään napsauttamalla ruudulle aukeaa uusi Button Properties -ikkuna, jossa on kaksi välilehteä: Settings ja Actions/Modifiers. Settings-osion (kuva 56) ID-kohdassa voidaan nimetä kuvake, mikä on hyvä tehdä heti aluksi helpottaakseen työskentelyä. ID-nimeä voidaan myös tarvita toimintojen ohjelmoimisessa. Ruutukaappauksen esimerkissä on käytetty plus-painiketta ja se on nimetty zoom_plus (ks. kuva 56).



Kuva 56. Button Properties -ikkunan Settings-välilehti Pano2VR:n Skin Editorissa.

Settings-välilehdellä voidaan myös muun muassa määritellä kuvakkeen tarkka sijainti sekä alkunäkyvyys panoraamaesityksessä. Alkunäkyvyys merkitään Alpha: 1, mikäli kohde halutaan heti näkyville ja puolestaan Alpha: 0, jos sitä ei haluta vielä esiin. Esimerkiksi ”Technobothnia-skinissä” pohjakarttakuvan Alpha-arvoksi on asetettu 0, koska se on ohjelmoitu tulemaan esille vasta, kun Map-tekstiä on painettu.



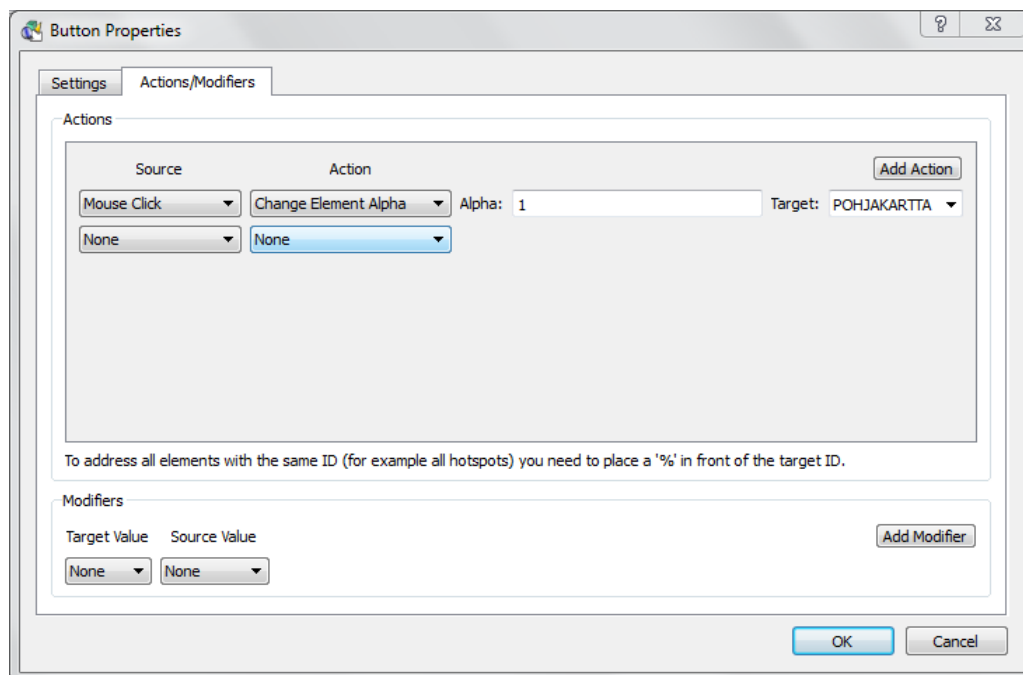
Kuva 57. Button Properties -ikkunan Actions/Modifiers-välilehti Pano2VR:n Skin Editorissa.

Actions/Modifiers -välilehdellä (kuva 57) kuvakkeelle pystyy helposti ohjelmoimaan tiettyjä toimintoja. Ohjelmointi ei vaadi koodikieltä; Skin Editorissa on valmiiksi tarjolla erilaisia valintoja ja käskyjä, jotka täytyy vain valita listasta. Ruutukaappauksen esimerkissä (ks. kuva 57) on ohjelmoitu plus-painikkeelle sellainen toiminto, että pitämällä painikkeen päällä hiiren vasenta nappia pohjassa panoraamakuva lähenee eli zoomaantuu kohti katsojaa. Source-valikosta on siis valittu kohta ”Pressed” ja Action-valikosta ”Zoom In”. Toiminnolle voi myös halutessaan asettaa Speed-kohtaan nopeuden eli määrittää, millä vauhdilla kuva zoomaantuu.

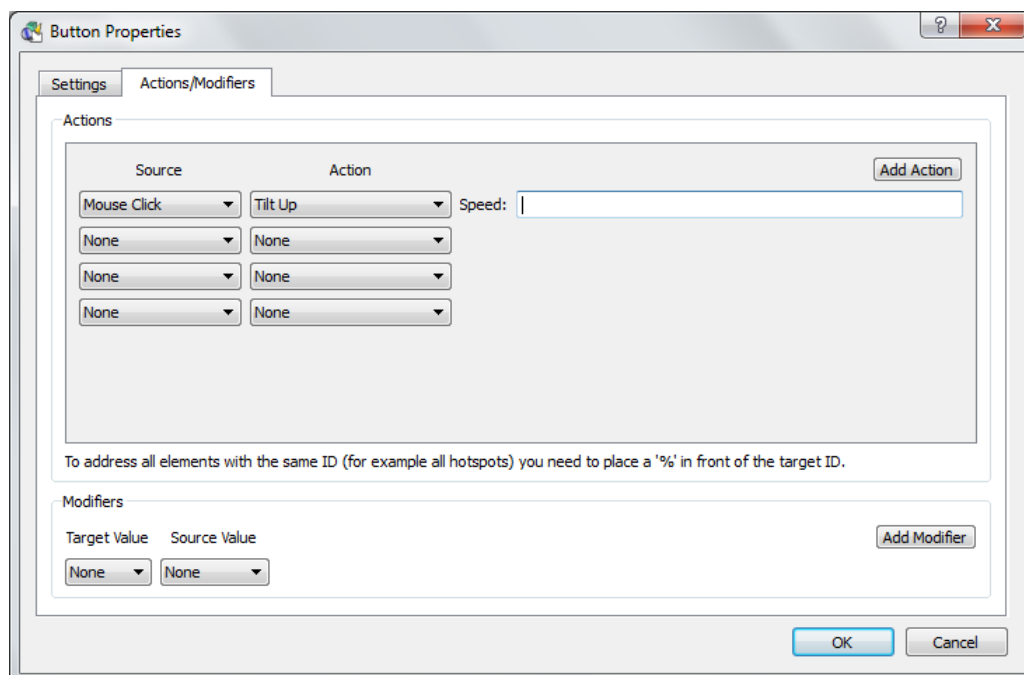
Source-valikosta valitaan aina jokin tapa, millä tiettyyn painikkeeseen ollaan kontaktissa. Tapoja on monia, muun muassa hiiren napin painaminen pohjaan (Pressed), hiirellä klikkaaminen (Mouse Click) tai tuplaklikkaaminen (Mouse double-click), hiiren yli vieminen (Mouse Over), jne. Action-valikosta puolestaan valitaan toiminto, joka toteutuu heti, kun painikkeeseen ollaan oltu kontaktissa jollakin asetetulla tavalla. Toimintoja voi olla esimerkiksi zoomaus lähelle (Zoom In) ja kauas (Zoom Out), kuvan kallistaminen ylös (Tilt Up) ja alas (Tilt Down), ku-

van kiertäminen oikealle (Pan Right) ja vasemmalle (Pan Left), kuvan näkymän vaihtaminen koko ruudulle (Toggle Full Screen) sekä kuvan piilottaminen (Hide Element) ja esiin tuominen (Show Element). Toimintoja on listassa paljon ja niihin voi tutustua paremmin itse kokeilemalla.

”Technobothnia-skinin” pohjakarttakuvaan oli asetettu alunäkyvyyden Alpha-arvoksi 0, sillä sen haluttiin tulevan näkyville vasta, kun Map-tekstikuvaketta on painettu. Tämä täytyy ohjelmoida Map-kuvakkeeseen alla olevassa ruutukaappauksessa näkyvällä tavalla (ks. kuva 58). Source-kohtaan valitaan siis Mouse Click ja Action-kohtaan Change Element Alpha, joka tarkoittaa, että tietyn elementin alpha-arvo vaihdetaan uudeksi. Viereen oikealle avautuu uusi laatikko, johon voidaan kirjoittaa elementille uusi alpha-arvo ja tässä tapauksessa, kun kuvake halutaan tuoda näkyviin, siihen laitetaan 1. Target-kohtaan valitaan kohde, jonka alpha-arvoa vaihdetaan, eli tässä esimerkissä pohjakarttakuva. Näillä asetuksilla pohjakarttakuva tottelee käskyään.



Kuva 58. Pano2VR:n Skin Editorissa Map-tekstikuvakkeeseen ohjelmoidaan toiminto, jolla pohjakarttakuva tuodaan esityksessä näkyviin.



Kuva 59. Pano2VR:n SkinEditorin Actions/Modifiers -välilehdelle saa lisättyä monia toimintorivejä.

Jokaiseen kuvakkeeseen pystyy ohjelmoimaan monia eri tapoja ja toimintoja. Actions/Modifiers -välilehden Add Action -painikkeesta saa lisättyä toimintorivejä niin monta kuin haluaa (ks. kuva 59). Kuvakkeelle pystyy asettamaan yhden toiminnon vaikkapa hiiren klikkauksesta ja toisen hiiren yli viemisestä.

Kaikkien tarvittavien asetusten sekä ohjelmoimisten jälkeen skin tallennetaan omaan gsk- eli Garden Gnome Software Skin File -muotoonsa. Kyseinen tiedosto on Pano2VR:n oma ja sen pystyy avaamaan vain siinä. Tallennuksen jälkeen Skin Editor suljetaan OK-painikkeella, jolloin ohjelma palaa takaisin Flash Output -ikkunaan. Päivitetty SWF-tiedosto voidaan luoda painamalla ikkunan OK-painiketta. Pano2VR toteuttaa nyt siis panoraamaesityksen, jossa pitäisi näkyä myös luotu skin.

6.6 Virtuaalikierroksen luominen

Yksittäisistä 360-panoraamaesityksistä voidaan toteuttaa laaja virtuaalikierros. Ideana siinä on, että käyttäjä pääsee liikkumaan kuvasta toiseen siirtymäpainikkeiden avulla. Tarkoitus on siis yhdistää monta panoraamaesitystä tavallaan yhdeksi esitykseksi. Virtuaalikierros on kätevä tapa esitellä jotakin suurta rakennusta ja sen eri tiloja, kuten Technobothniaa.


Virtuaalikierrosta varten täytyy olla tehtynä vähintään kaksi eri SWF-panoraamaesitystä, jotta siirtymä voidaan toteuttaa. Technobothnia-kierrokseen on käytetty yhteensä 28 esitystä, jotka kaikki ovat yhdistetty toisiinsa. Virtuaalikierroksen tekeminen voidaan aloittaa esityksestä, jonka halutaan olevan alku-panoraama, eli se, mistä koko näyttely alkaa. Tämän esityksen Pano2VR-tiedosto avataan ja sitä ruvetaan muokkaamaan. Virtuaalikierrosta varten jokaiselle tarvittavalle panoraamaesitykselle käydään määrittelemässä siirtymät, vaikka olisi jokin nurkkahuone, josta ei pääsisi enää eteenpäin. On kuitenkin hyvä asettaa siirtymälinkitys edes edelliseen kuvaan, että käyttäjä pääsee palaamaan takaisinpäin.

6.6.1 Hot Spots

Pano2VR:n perusnäkyvän vasemman puolen Hotspots-kentän (ks. kuva 60) Modify-painikkeesta ruudulle avautuu uusi, kahden välilehden sisältämä ikkuna, jossa voidaan määritellä siirtymäkohtia eli ”Hot Spots” -pisteitä, joista halutaan tehdä linkki seuraavaan kuvaan. Siirtymät merkitään yleensä Point Hotspots -välilehdellä (kuva 61), koska vain se soveltuu skinin sisältämille esityksille. Kyseiset esitykset ovat kooltaan sen verran suuria, että niitä ei voi avata toisella, Area Hotspots -välilehdellä.

Input


Project File: IMG_0109Panorama.p2vr
 Input File: IMG_0109Panorama.tif
 Format: Auto - Equirectangular (9 888x4 944/8)



Select Input
 Patch Input
 Convert Input

Viewing Parameters

Pan: 86,0
 Tilt: -4,0
 FoV: 75,00



Modify

User Data

Title:
 Author:
 Date/Time:

Modify

Hotspots

3 Hotspots defined

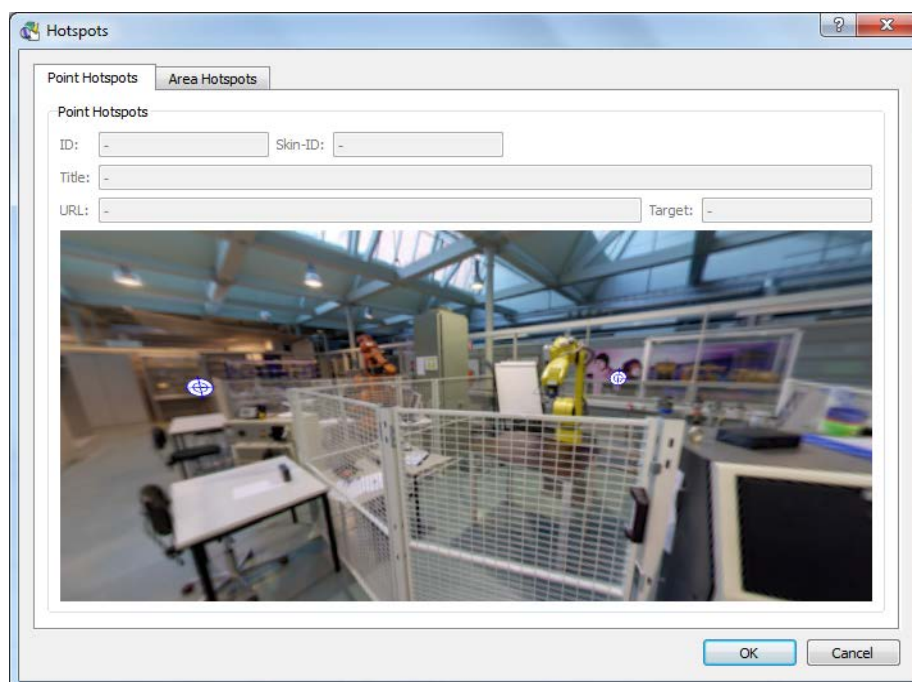
Modify

Sound

0 Sounds defined

Modify

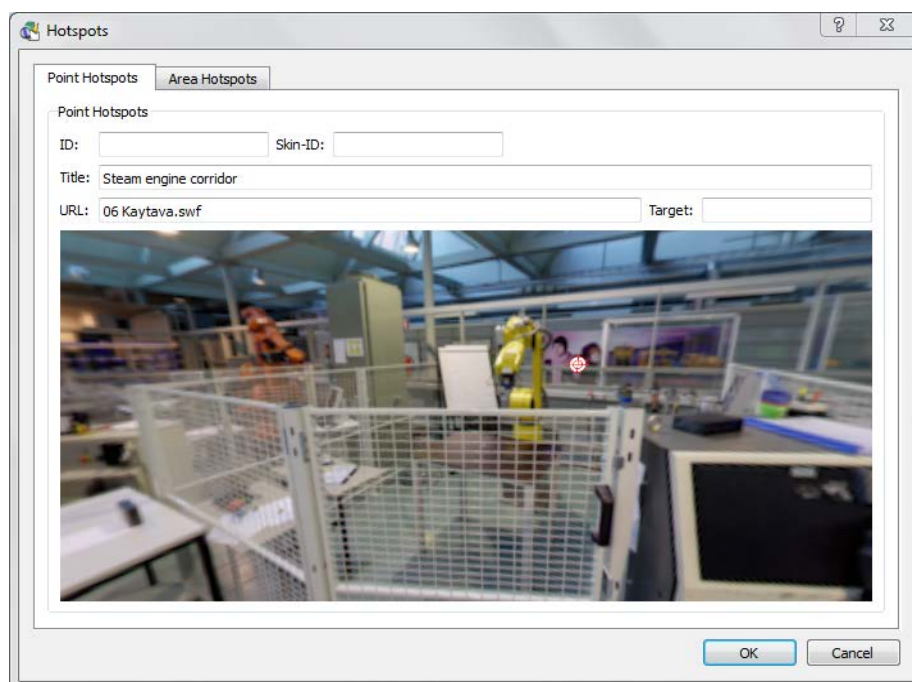
Kuva 60. Pano2VR:n perusnäkömön vasen puoli.



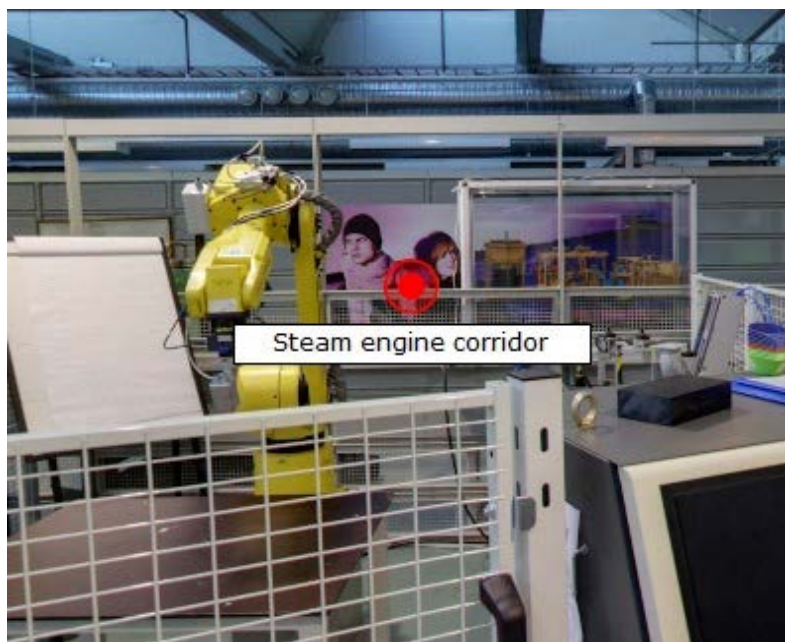
Kuva 61. Point Hotspots -välilehti Pano2VR:ssä.

Point Hotspots -välilehdellä näkyy panoraamaesityksen hieman epätarkka esikat-
 selukuva, jota pystyy liikuttelemaan hiirellä joka suuntaan. Tästä kuvasta etsitään
 kohtia, joihin luodaan siirtymälinkkejä. Linkkejä voi siis olla monia, riippuen mi-

hin kaikkialle halutaan yhdestä kuvasta siirtyä. Sopivien kohtien päällä kaksois-napsautetaan hiirtä, jolloin kuvaan muodostuu sinivalkoinen tähtäinkuvio, joka edustaa siirtymäpistettä (ks. kuva 61). Sitä voi napsauttaa uudestaan, jolloin sen väri muuttuu punaiseksi, toisin sanoen aktiiviseksi, ja ikkunan Point Hotspots -kenttä siirtyy muokkaustilaan (kuva 62). Kenttään kirjoitetaan ainakin otsikko (Title), joka tulee lukemaan siirtymäpisteen alle hiiren osuttua pisteeseen, ja toisen esityksen SWF-tiedostonimi (URL), joka toimii osoitteena tähän siirryttävään tiedostoon (ks. kuva 62). Tämä on kaikista yksinkertaisin tapa ”Hot Spottien” luomisessa. Esitykseen ei tarvitse määrittää mitään muuta kuin otsikko ja osoite, jos haluaa käyttää Pano2VR:n valmiita, tavanomaisia siirtymäsymboleita (ks. kuva 63).

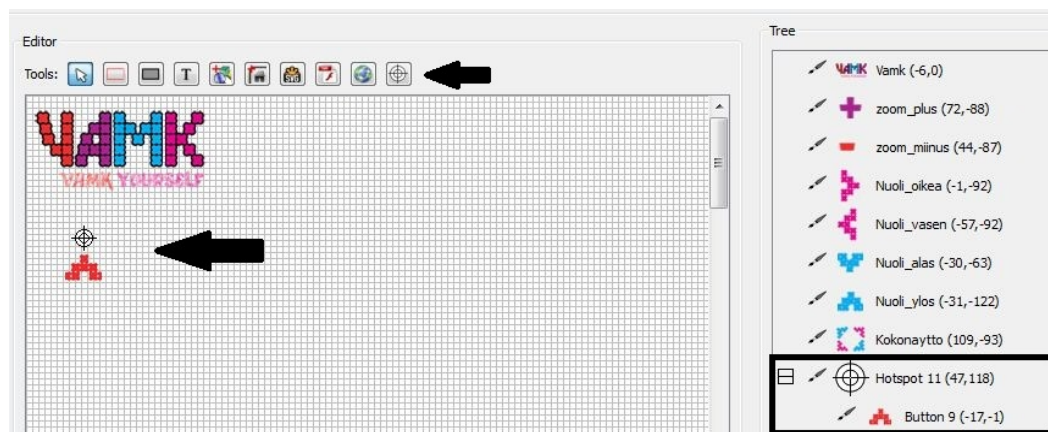


Kuva 62. Tähtäinkuvio on aktiivisena Point Hotspots -välilehdellä Pano2VR:ssä.

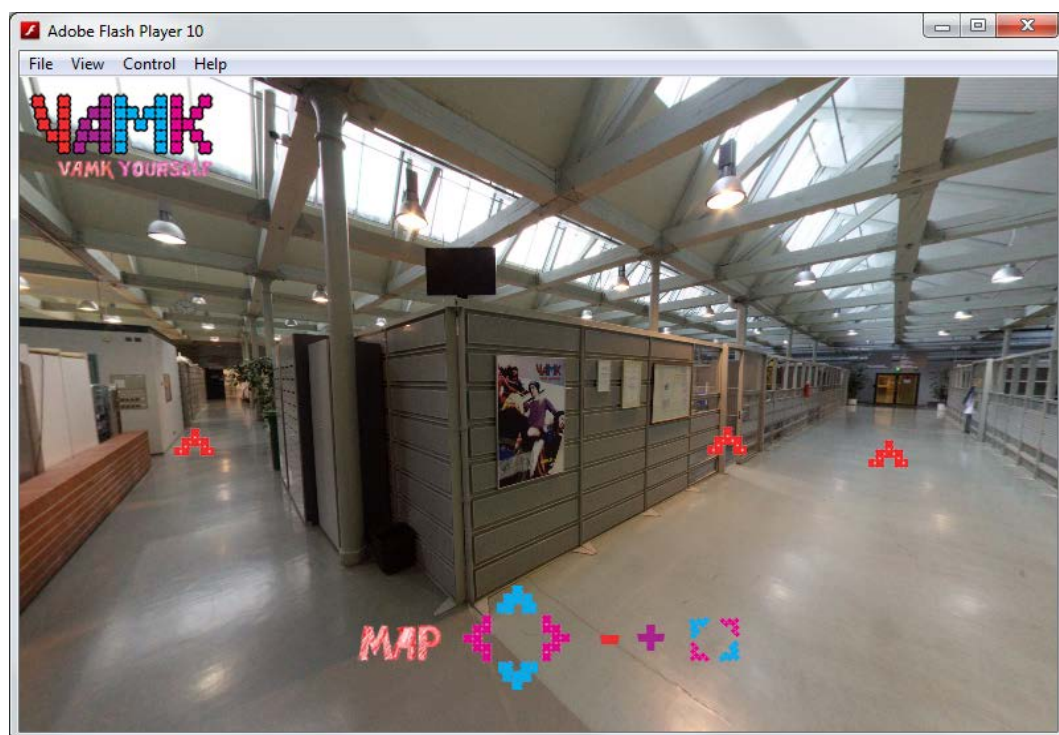


Kuva 63. Pano2VR:n tavanomainen siirtymäsymboli sekä otsikkoteksti panoraamaesityksessä.

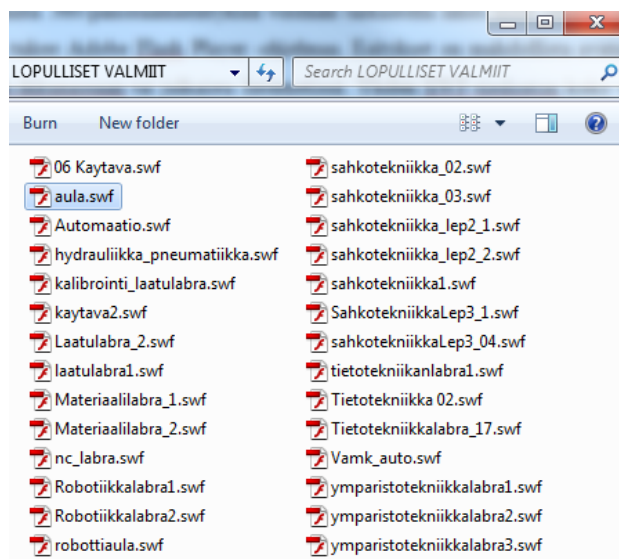
Symbolin voi myös tehdä itse ja tuoda sen Pano2VR:n Skin Editoriin, jossa siitä luodaan ”Hot Spot”. Symboli täytyy tuoda siis *esityksen* skiniin, ei omaan uuteen. Seuraavalla sivulla olevassa esimerkikuvassa (kuva 64) nuolen osoittama punainen symboli on tuotu Editoriin ja sen jälkeen painettu toisen nuolen osoittamaa Add hotspot template -painiketta, jolloin Editoriin ilmestyy tähtäinkuvio eli ”Hot Spot”. Tähtäinkuvio ja punainen symboli asetetaan Editorissa niin, että symboli on tähtäimen alapuolella. Myös oikealla olevassa Tree-kentässä symboli sijoitetaan ”hot spotin” alle viemällä se tähtäinkuvion päälle, jolloin siitä tulee osa ”spottia”. Näin on määritetty uusi, oma siirtymäsymboli, joka tulee voimaan, kun skin tallennetaan ja käydään luomassa päivitetty SWF-esitys. Tapoja siirtymäsymbolien määrittelyyn on monia; esimerkiksi jotkut haluavat ”hot spottiin” myös tekstiä kuvan lisäksi, jotkut haluavat suuren symbolin ja jotkut taas todella pienen, yksinkertaisen. Technobothnia-esityksissä siirtymäpisteet on luotu niin, että otsikoita ei ole ollenkaan, on vain pelkkä punainen nuolipainike (ks. kuva 65).



Kuva 64. Oman ”Hot Spotin” luominen Pano2VR:n Skin Editorissa.



Kuva 65. Technobothnia-esityksissä siirtymäpisteiden symbolina on punainen nuolipainike (Inki 2012).

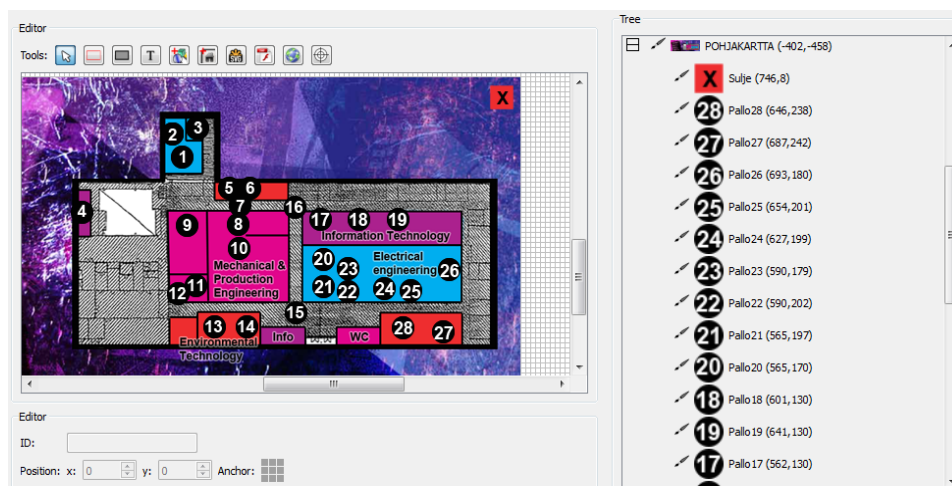


Kuva 66. Lopulliset SWF-tiedostot omassa kansiossaan.

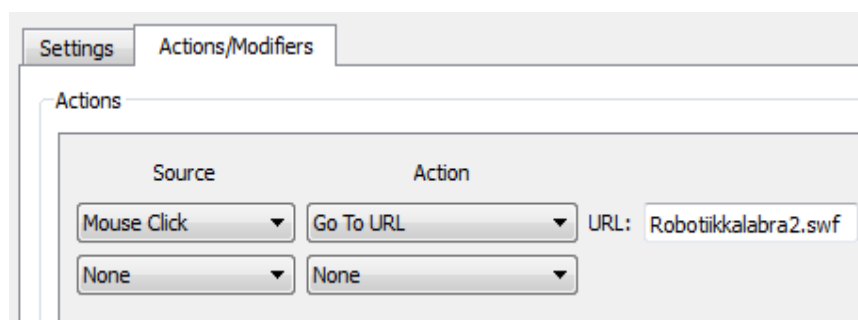
Tarvittavien ”Hot Spottien” luomisen jälkeen testataan, toimivatko siirtymät kuvasta toiseen. Kaikkien panoraamaesityksien SWF-tiedostot täytyy olla samassa kohteessa, jotta linkitykset toimivat. Lopullisille tiedostoille kannattaa luoda oma kansionsa ja nimetä se esimerkiksi ”lopulliset valmiit”, jotta sen huomaa tärkeäksi (ks. kuva 66). Siirtymälinkityksien toimivuutta voidaan testata avaamalla jokin SWF-tiedostoista ja painamalla ”Hot Spottien” symboleita. Jos linkitys toimii, samaan ikkunaan ilmestyy uusi, toinen panoraamaesitys. Ruudulle ei siis avaudu uutta ikkunaa, vaan siinä pysyy tavallaan yksi ja sama esitys, jonka sisällä vain kohteet muuttuvat.

6.6.2 Kartan siirtymälinkit

Linkkejä toisiin esityksiin voi tehdä Skin Editorissa myös johonkin kuvaan. Jonkin suuremman rakennuksen virtuaalikerroksen on hyvä laittaa ”Hot Spottien” lisäksi jonkinlainen linkitetty kartta, josta pääsee heti siirtymään vaikka toiselle puolelle rakennusta. Pelkkien siirtymäpainikkeiden avulla kulkeminen kauempana olevaan tilaan on melko työlästä. Tässä osiossa esitellään, miten Technobothnia-panoraamaesityksen pohjakarttakuvan palloista tehdään linkki-painikkeita.



Kuva 67. Erilliset numeropallokuvakkeet on asetettu pohjakarttakuvan päälle Skin Editorissa, Pano2VR:ssä.



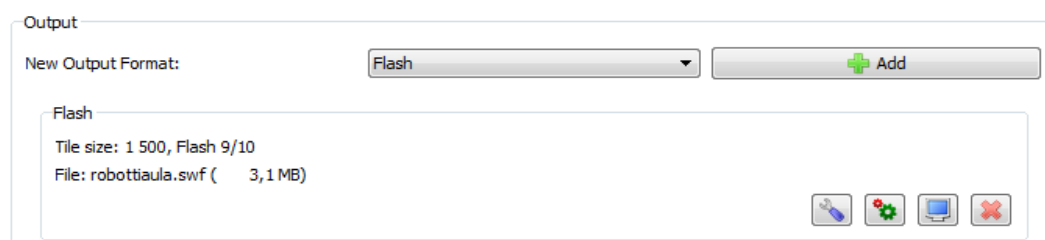
Kuva 68. Pallon siirtymälinkin määrittely Skin Editorissa, Pano2VR:ssä.

Technobothnian pohjakartassa olevat numeropallot ovat erillisiä kuvakkeita, jotka on vain asetettu itse kartan päälle oikeisiin kohtiin (ks. kuva 67). Jokaiseen palloon ohjelmoidaan linkitykset tiettyihin tiloihin. Ohjelmointi tapahtuu samalla tavalla kuin muissakin painikkeissa: kaksoisnapsautetaan jotain palloa, minkä jälkeen ruudulle aukeaa tuttu Button Properties -ikkuna, josta valitaan Actions/Modifiers -välilehti. Pallosta halutaan tehdä painike, jota painamalla siirrytään tiettyyn panoraamaesitykseen eli johonkin Technobothnian tilaan. Tällöin Source-kohtaan valitaan "Mouse Click" ja Action-kohtaan "Go To URL", jonka jälkeen oikealle ilmestyy URL-osoitteelle tarkoitettu laatikko (kuva 68). Tähän laatikkoon kirjoitetaan siirtymäesityksen SWF-tiedoston nimi. Eli toisin sanoen se esitys, mihin halutaan tästä tietystä pallosta siirtyä, merkitään laatikkoon. Tämä asetus tehdään jokaiselle pallokuvakkeelle erikseen. Kaikkien pallojen ohjelmoi-

misen jälkeen skin tallennetaan ja luodaan taas uusi, päivitetty versio esityksestä, jolloin voidaan testata linkkien toimivuus. Jokaiseen virtuaalikierrokseen tulevaan panoraamaesitykseen on asetettava sama kartallinen skin, jotta kartta näkyisi siirtymien jälkeenkin joka esityksessä.

6.7 Julkaisu

Valmiita 360-panoraamaesityksiä voidaan tarkastella lähes millä tahansa laitteella, joka tukee Adobe Flash Player -ohjelmaa. Esitykset on mahdollista avata omassa Flash-ikkunassaan tai julkaista Internetissä. Yhden SWF-tiedoston koko vaihtelee skinin sisällöstä riippuen noin 1 megatavusta 3,5 megatavuun (MB), joten se ei ole kovin suuri (ks. kuva 69). Täten panoraamaesitys on helppo siirtää Internet-sivustoille ja se myös latautuu nopeasti näkyville käyttäjän selaimessa.



Kuva 69. Flash-tiedoston koko näkyy Pano2VR:n Output-kentässä.

Virtuaalikierroksen Internetissä julkaiseminen vaatii, että jokainen erillinen SWF-tiedosto siirretään samalle palvelimelle. Yhdestä tiedostosta määritetään pääesitys, josta koko kierros alkaa ja josta on niin sanotusti linkitys muihin tiedostoihin. Kaikkien panoraamaesityksien on luonnollisesti oltava samassa paikassa, jotta siirtymät toimivat.

Fonteiksi valittiin koulun graafisen ohjeistuksen mukaiset Minion Pro (otsikossa) sekä Arial (muussa tekstissä). Koulun oma logo (kuva 70) asetettiin ohjeistuksen etusivulle, koska ohjeistus toteutettiin nimenomaan Vaasan ammattikorkeakoulun käyttöön. Sijoittelussa otettiin huomioon myös graafisen ohjeistuksen vaatimukset logon käytöstä: logon ympärille jätettiin ainakin kolmen pikselin korkuinen suoja-alue, johon ei lisätty tekstiä.

8 YHTEENVETO JA POHDINTA

360-virtuaalikierroksen toteuttamiseen on monia tapoja ja erilaisia ohjelmia, mutta me käytimme opinnäytetyössämme vain yhtä tapaa, johon sisältyi kaksi eri panoraaman tekoon soveltuvaa ohjelmaa: PTGui ja Pano2VR. Kyseiset ohjelmat olivat siis jo valmiina asennettuina Vaasan ammattikorkeakoulun tietokoneilla ja opiskelijoille suunnattu ohjeistus tuli tehdä niitä käyttäen. Ennen ohjeistuksen tekemistä selailimme Internetistä erilaisia panoraaman tekoon sopivia ohjelmia ja vertailimme niiden ominaisuuksia näihin koulussa oleviin PTGui- ja Pano2VR-ohjelmiin. Tulimme siihen tulokseen, että koulun ohjelmat olivat kaikista parhaimpia monipuolisuutensa takia. Oli siis kaikilta osin järkevää käyttää kyseisiä ohjelmia 360-virtuaalikierroksen toteuttamisen ohjeistamisessa.

Teimme tavallaan kaksi ohjeistusta: toisen Vaasan ammattikorkeakoulun Tietojenkäsittelyn osaston toimeksiantona projektiopiskelijoille ja toisen raporttimuodossa tässä opinnäytetyöraportissa. Sovimme ohjaajamme kanssa, että raporttimme saa olla poikkeuksellisesti ohjeistava. Alun perin meidän oli tarkoitus toteuttaa itse virtuaalikierron eräästä yrityksen tehtaasta ja kertoa sen toteutuksesta raportissamme, mutta yllättäen toimeksiantaja perui ja koko prosessi peruuntui. Kauheasti ei ollut enää aikaa aloittaa täysin uutta prosessia, mutta onneksi saimme koulun Tietojenkäsittelyn osastolta toimeksiannon tehdä ohjeistus 360-panoraamaesityksen toteutuksesta. Olimme jo aloittaneet kirjoittamaan raporttiin kyseisestä aiheesta, joten meillä oli hyvä pohja uudelle työlle ja halusimme viedä sen loppuun. Teimme siis loppujen lopuksi kaksi erillistä ohjeistusta, jotka ovat kuitenkin sisällöltään ja ulkoasultaan erilaisia.

Tavoitteenamme oli tehdä raportista kattava tietopaketti 360-panoraamaesityksen toteuttamisesta aina kuvausvälineiden esittelystä virtuaalikierroksen luomiseen ja esityksien julkaisuun. Myös ohjeistuksesta oli tarkoitus tehdä laaja, mutta helppolukuinen opaslehtinen opiskelijoille. Pyrimme käymään kaiken mahdollisen tiedon läpi sillä periaatteella, että lukija ei tiedä mitään 360-panoraamoista ja niiden toteutuksesta. Tavoitteena oli myös perehtyä paremmin käytettävien ohjelmien pariin ja oppia uutta eri vaiheista. Tutkimuskysymyksinä meillä oli: miten toteute-

taan näyttävä interaktiivinen 360 asteen panoraamaesitys ja esityksistä koostuva virtuaalikierrros, mitä työvaiheita prosessi sisältää sekä miten ohjeistetaan aiheesta kiinnostuneita opiskelijoita.

Mielestämme onnistuimme tavoitteissa hyvin. Sekä ohjeistuksessa että raportissa säilyy niin sanottu punainen lanka, joka johdattaa lukijan loogisessa järjestyksessä alusta loppuun. Asetuimme aiheesta tietämättömän lukijan näkökulmaan, jolloin osasimme kirjoittaa paremmin kaiken tarpeellisen tiedon. Opimme koko toteutusprosessista paljon uutta itsekin aineistoja lukiessa ja ohjelmia käyttäessä. Mielestämme tällainen laaja prosessin esittely paransi meidänkin osaamistamme 360-panoraamaesityksien tekemisessä. Meillä oli jo hieman kokemusta kuvaamisesta ja toteutuksesta, mutta muiden ohjeistaminen kirjallisena auttoi ymmärtämään paremmin esimerkiksi, miksi tietyt vaiheet joudutaan tekemään. Opinnäytetyömme vastaa kaikkiin tutkimuskysymyksiimme aineistojen, ohjelmien sekä omien kokemusiemme avulla.

Teimme molemmat lähes yhtä paljon opinnäytetyömme eteen. Jaoin osat niin, että raporttiin Miikka kirjoitti kuvausvälineistä ja -tekniikasta, Tiina puolestaan kuvien yhdistämisestä, esityksen luomisosuudesta ja ohjeistuksen tekemisestä. Välillä teimme niin, että Miikka kirjoitti kappaleista raakaversioita ja Tiina viimeisteli niitä. Raportin tiivistelmät, johdannon ja yhteenvedon kirjoitimme yhdessä. Lopuksi myös luimme raportin yhdessä ja teimme viimeisiä korjauksia. Ohjeistuksen teimme lähestulkoon yhdessä, mutta lopuksi Tiina viimeisteli vielä joidakin kappaleita kuntoon. Miikka kuvasi ja piirsi itse kaikki välineet ja havainnollistavat piirrookset sekä raporttiin että ohjeistukseen.

Tästä aiheesta olisi voinut tehdä vaikka kuinka laajan työn, esimerkiksi vertailemalla eri ohjelmia, mutta halusimme rajata aiheen pelkästään kahteen tiettyyn panoraamaohjelmaan ja niiden kautta toteutettuun 360-panoraamaesitykseen sekä virtuaalikierrrokseen. Olisimme voineet luoda kyseisestä aiheesta myös video-ohjeistuksen; se olisi ollut koulutusohjelmamme suuntautumiseen, digitaalisiin yrityspalveluihin, sopiva, mutta opinnäytetyön tekemisessä aika oli rajoitettu. Meille oli tulla kiire tämänkin työn tekemisessä edellisen aiheen kariuduttua. Kai-

ken kaikkiaan olemme kuitenkin tyytyväisiä lopputulokseen ja uskomme, että opinnäytetyöstämme raporteineen ja ohjeistuksineen on paljon hyötyä tulevissa koulun panoraamaprojekteissa.

LÄHTEET

Adobe Systems Incorporated. 2012. Adobe Unveils Fast, Feature-Packed Photoshop CS6 and Photoshop CS6 Extended. Viitattu 17.10.2012. <http://www.adobe.com/aboutadobe/pressroom/pressreleases/201204/042312AdobePhotoshopCS6.html>

Adobe Systems Incorporated Finland. 2012. Photoshop tiedostomuodot. Viitattu 16.10.2012. http://help.adobe.com/fi_FI/photoshop/cs/using/WSfd1234e1c4b69f30ea53e41001031ab64-7758a.html

Baker, S. 2010. George R. Lawrence & His Aerial Photos. Viitattu 29.11.2012. http://robroy.dyndns.info/lawrence/naval_his.html

Canon. 2012. Canon EOS 50D. Viitattu 14.10.2012. http://www.canon.fi/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_50d/index.aspx

Canon Support. 2012. Valkotasapainon määrittäminen (EOS 50D). Viitattu 16.11.2012. <http://www.canon.fi/Support/System/Search.aspx?TcmUri=tcm:22-608356&SearchType=3>

Christie's. 2012. Joseph-Philibert Girault de Prangey. 32 Rome 1842 Ponte Rotto. Viitattu 4.10.2012. <http://www.christies.com/lotfinder/lot/joseph-philibert-girault-de-prangey-32-rome-1842-4092812-details.aspx?pos=6&intObjectID=4092812&sid=&page=1>

Flyktman, R. 2011. Suuri digikuvauksen käsikirja. Helsinki. Readme.fi.

Freeman, M. 2010. Valokuvaajan digijärkkärikirja. Helsinki. Readme.fi

Garden Gnome Software. 2012. Pano2VR. Viitattu 18.10.2012. <http://gardengnomesoftware.com/pano2vr.php>

GeekInspired. 2011. Aperture Scale. Viitattu 19.11.2012. http://www.geekinspired.com/wp-content/uploads/2007/09/aperture_scale.jpg

Gisinger, A. & Hofinger, N. 2008. Visions & Illusions behind the scenes - Plattform. Viitattu 12.10.2012. <http://www.riesenrundgemaelde.at/e/thema/plattform.htm>

Inki, T. 2012. Valokuvat, panoraamaesitykset ja skini.

InternationalPanoramaCouncil. 2012. Viitattu 12.10.2012 http://www.panoramapainting.com/what_we_do/fields_of_activities/panoramas/

Koskela, M. 2012. Valokuvat ja piirrokset.

Lehtinen, K. & Saarikorpi, R. 2012. Näyttävä panoraamakuvaus. Porvoo. Sanoma Pro Oy.

Logan, E. 2010. Flickr. Viitattu 12.11.2012. <http://www.flickr.com/photos/lenright/4631049082/>

New House Internet Services B.V. 2012. PTGui. Viitattu 11.10.2012. <http://www.ptgui.com/>

Programming4Us. 2012. ISO and White Balance performance. Viitattu 19.11.2012. <http://programming4.us/multimedia/6322.aspx>

Reflected Spectrum. 2009. Elements of Exposure Part 1: Aperture. Viitattu 19.11.2012. http://reflectedspectrum.com/blog/photography_tips/elements-of-exposure-part-1-aperture/

Second Picture. 2008. HDR How to - Photographing. Viitattu 19.11.2012. http://www.secondpicture.com/tutorials/photography/hdr_how_to.html

Sigma Corporation of America. 2012. 8mm F3.5 EX DG Circular Fisheye. Viitattu 16.10.2012. <http://www.sigmaphoto.com/shop/8mm-f35-ex-dg-circular-fisheye-sigma>

Technobothnia. 2009. Viitattu 14.11.2012. <http://www.technobothnia.fi/fi/>

The Washington Post. 2007. A Battle Scene's Full Circle. Viitattu 30.10.2012. http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/08/11/AR2007081101179_2.html

Vaasan ammattikorkeakoulu. 2012. Graafinen ohjeisto. Viitattu 11.10.2012. <http://sharepoint.ad.puv.fi/hallinto/tima/Pages/Graafinen-ohjeisto.aspx>

Vainio, V. 2012. Panoraama. Viitattu 4.10.2012. <http://ville.fi/?p=550>